UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50027—2001

供水水文地质勘察规范

Standard for hydrogeological investigation of water-supply

2001－07－04 发布　　2001－10－01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中 华 人 民 共 和 国 建 设 部
联合发布

中华人民共和国国家标准

供水水文地质勘察规范

Standard for hydrogeological investigation of water-supply

GB 50027—2001

主编部门：原国家冶金工业局

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2001年10月1日

中国计划出版社

2001 北 京

中华人民共和国国家标准

供水水文地质勘察规范

GB 50027—2001

☆

原国家冶金工业局　主编

中国计划出版社出版

（地址：北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层）

（邮政编码：100038　电话：63906413　63906414）

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

850×1168毫米　1/32　4印张　98千字

2001年9月第一版　2001年9月第一次印刷

印数1—10100册

☆

统一书号：1580058·459

关于发布国家标准
《供水水文地质勘察规范》的通知

建标[2001]144 号

根据我部《关于印发一九九八年工程建设国家标准制订、修订计划(第二批)的通知》(建标[1998]244 号)的要求,由原国家冶金工业局会同有关部门共同修订的《供水水文地质勘察规范》,经有关部门会审,批准为国家标准,编号为 GB 50027—2001,自 2001 年 10 月 1 日起施行,其中,1. 0. 3、1. 0. 4、3. 2. 7、5. 1. 2、5. 2. 4、5. 3. 7、5. 4. 2、9. 1. 1、9. 1. 3、9. 2. 1、9. 4. 1、10. 0. 1、10. 0. 2、10. 0. 5、11. 0. 2、11. 0. 3、11. 0. 4、11. 0. 5、11. 0. 6 为强制性条文,必须严格执行。自本规范施行之日起,原国家标准《供水水文地质勘察规范》GBJ 27—88 同时废止。

本规范由中冶集团武汉勘察研究总院负责具体解释工作,建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

二〇〇一年七月四日

前　言

本规范是根据建设部建标[1998]244 号文的要求，由国家冶金工业局主编，具体由中冶集团武汉勘察研究总院会同中国市政工程西南设计研究院、国土资源部储量司、国家电力东北电力设计院等单位组成修订组，对《供水水文地质勘察规范》GBJ 27—88 进行修订而成。经建设部 2001 年 7 月 4 日以建标[2001]144 号文批准，并会同国家质量监督检验检疫总局联合发布。

在修订过程中，修订组针对原规范在执行中发现的问题及在勘察中提出的新要求，结合近年来有关生产科研所取得的新成果，列出专题进行了深入的调查研究，提出修订稿。经在全国范围内广泛征求意见，反复修改，最后由原国家冶金工业局会同有关部门审查定稿。

本规范共分 11 章和 4 个附录。修改的主要内容有：增写了术语与符号一章；增补了地下水量计算时段的选择、利用同位素测井资料计算渗透系数的公式、水文地质条件复杂程度的划分等条文；扩充了采用数值法计算允许开采量的条款，调整了勘察阶段的划分，修正了非填砾过滤器进水缝隙尺寸的规定等条文；肯定了当前供水水文地质勘察的一些成熟作法，强调了环境保护和对新技术、新工艺的推广应用。

在执行本规范过程中，希望各单位在勘察实践中注意积累资料，总结经验。如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交武汉市青山区冶金大道 177 号中冶集团武汉勘察研究总院《供水水文地质勘察规范》国家标准管理组[邮政编码　430080，传真(027)86861906，E-mail：wsgri@public. wh. hb. cn]，以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主 编 单 位：中国冶金建设集团武汉勘察研究总院

参 编 单 位：中国市政工程西南设计研究院

冶金勘察研究总院

国家电力总公司东北电力设计院

国土资源部储量司

主要起草人：彭易华　龙建中　陈树林　张锡范　韩再生

韩国良　李天成

目　　次

1 总 则

1.0.1 为了做好供水水文地质勘察工作，正确地反映水文地质条件，合理地评价、开发和保护地下水资源，保持良好的生态环境，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于城镇和工矿企业的供水水文地质勘察。

1.0.3 供水水文地质勘察工作开始前，必须明确勘察任务和要求，搜集分析现有资料，进行现场踏勘，提出勘察纲要。水文地质勘察工作结束后，应编写供水水文地质勘察报告。

1.0.4 供水水文地质勘察工作的内容和工作量，应根据水文地质条件的复杂程度，需水量的大小，不同勘察阶段、勘察区已进行工作的程度和拟选用的地下水资源评价方法等因素，综合考虑确定。

1.0.5 供水水文地质条件的复杂程度，可划分为简单、中等和复杂三类。其划分原则宜符合表1.0.5中的规定。

表1.0.5 供水水文地质条件复杂程度分类

类别	水文地质特征
简单	基岩岩层水平或倾角很缓，构造简单，岩性稳定均一，多为低山丘陵；第四系沉积物均匀分布，河谷平原宽广；含水层埋藏浅，地下水的补给、径流、排泄条件清楚；水质类型较单一
中等	基岩褶皱和断裂变动明显，岩性岩相不稳定，地貌形态多样；第四系沉积物分布不均匀，有多级阶地且显示不清；含水层埋藏深浅不一，地下水形成条件较复杂，补给和边界条件不易查清；水质类型较复杂
复杂	基岩褶皱和断裂变动强烈，构造复杂，火成岩大量分布，岩相变化极大，地貌形态多且难鉴别；第四系沉积物分布错综复杂；含水层不稳定，其规模、补给和边界难以判定；水质类型复杂

1.0.6 拟建供水水源地按需水量大小，可分为四级：

特大型　需水量≥15 万 m^3/d

大　型　5 万 m^3/d≤需水量<15 万 m^3/d

中　型　1 万 m^3/d≤需水量<5 万 m^3/d

小　型　需水量<1 万 m^3/d

1.0.7 供水水文地质勘察工作划分为地下水普查、详查、勘探和开采四个阶段。不同勘察阶段工作的成果，应满足相应设计阶段的要求。

注：在区域水文地质调查不够，相关资料缺乏的地区进行勘察时，可根据需要开展地下水调查工作。

1.0.8 供水水文地质勘察阶段的任务和深度，应符合下列要求：

1 普查阶段：概略评价区域或需水地区的水文地质条件，提出有无满足设计所需地下水水量可能性的资料。推断的可能富水地段的地下水允许开采量应满足 D 级的精度要求，为设计前期的城镇规划，建设项目的总体设计或厂址选择提供依据。

2 详查阶段：应在几个可能的富水地段基本查明水文地质条件，初步评价地下水资源，进行水源地方案比较。控制的地下水允许开采量应满足 C 级精度的要求，为水源地初步设计提供依据。

3 勘探阶段：查明拟建水源地范围的水文地质条件，进一步评价地下水资源，提出合理开采方案。探明的地下水允许开采量应满足 B 级精度的要求，为水源地施工图设计提供依据。

4 开采阶段：查明水源地扩大开采的可能性，或研究水量减少，水质恶化和不良环境工程地质现象等发生的原因。在开采动态或专门试验研究的基础上，验证的地下水允许开采量应满足 A 级精度的要求，为合理开采和保护地下水资源，为水源地的改、扩建设计提供依据。

1.0.9 勘察阶段除应与设计阶段相适应外，尚可根据需水量、现有资料和水文地质条件等实际情况，进行简化与合并。勘察阶段简化与合并后提出的允许开采量，应满足其中高阶段精度的要求。

1.0.10 当水文地质条件简单，现有资料较多，水源地已基本确定，少数管井能满足需水要求时，可直接打勘探开采井。对有使用价值的勘探孔，如不影响统一开采布局时，也可结合成井。

1.0.11 在供水水文地质勘察的过程中，应加强对成熟的经验和有科学依据的新技术、新工艺和新方法的推广应用，以不断提高勘察工作的效率和水平。

1.0.12 供水水文地质勘察工作，除应执行本规范规定外，尚应执行国家现行有关标准的规定。

1.0.13 供水水文地质勘察报告编写内容、符号及图例选用应符合本规范附录 A、附录 B、附录 C 的规定。

2 术语与符号

2.1 术 语

2.1.1 含水层 aquifer

导水的饱水岩土层。

2.1.2 潜水 phreatic water

地表以下，第一个稳定隔水层（渗透性能极弱的岩土层）之上具有自由水面的地下水。

2.1.3 承压水 confined water

充满于两个隔水层之间具承压性质的地下水。

2.1.4 水文地质条件 hydrogeological condition

地下水的分布、埋藏、补给、径流和排泄条件，水质和水量及其形成地质条件等的总称。

2.1.5 水文地质单元 hydrogeological unit

具有统一边界和补给、径流、排泄条件的地下水系统。

2.1.6 完整孔 completely penetrating well

进水部分揭穿整个含水层的钻孔。

2.1.7 非完整孔 partially penetrating well

进水部分仅揭穿部分含水层的钻孔。

2.1.8 钻孔结构 borehole structure

构成钻孔柱状剖面技术要素的总称，包括孔身结构，实管、过滤管、滤料及止水的位置等。

2.1.9 水文地质勘探孔 hydrogeological exploration borehole

为查明水文地质条件，按水文地质钻探要求施工的钻孔。

2.1.10 抽水孔 pumping well

水文地质勘探中用作抽水试验的钻孔。

2.1.11 过滤器 screen assembly

位于抽水孔的试验含水层部位，起滤水、挡砂及护壁作用的装置。

2.1.12 填砾过滤器 gravel-packed screen

滤水管外充填某种规格滤料的过滤器。

2.1.13 过滤器骨架管孔隙率 percentage of open area of screen

骨架管的滤水孔眼的总面积与滤水管的表面积之比。

2.1.14 稳定流抽水试验 steady-flow pumping test

在抽水过程中，要求出水量和动水位同时相对稳定，并有一定延续时间的抽水试验。

2.1.15 非稳定流抽水试验 unsteady-flow pumping test

在抽水过程中，一般仅保持抽水量固定而观测地下水位变化，或保持水位降深固定，而观测抽水量和含水层中地下水位变化的抽水试验。

2.1.16 单孔抽水试验 single well pumping test

只在一个抽水孔中进行的不带或带观测孔的抽水试验。

2.1.17 群孔抽水试验 pumping test of well group

两个或两个以上的抽水孔同时抽水，各孔的水位和水量有明显相互影响的抽水试验。

2.1.18 开采性抽水试验 trail-exploitation pumping test

按开采条件或接近开采条件要求进行的抽水试验。

2.1.19 水文地质参数 hydrogeological parameters

表征地层水文地质特征的数量指标，包括渗透系数、导水系数、释水系数、给水度、越流参数等。

2.1.20 地下水补给量 groundwater recharge

在天然或开采条件下，单位时间内以各种形式进入含水层的水量。

2.1.21 地下水储存量 groundwater storage

赋存于含水层中的重力水体积。

2.1.22 地下水允许开采量(地下水可开采量) allowable yield of groundwater

通过技术经济合理的取水方案,在整个开采期内出水量不会减少,动水位不超过设计要求,水质和水温变化在允许范围内,不影响已建水源地正常开采,不发生危害性的环境地质现象的前提下,单位时间内从水文地质单元或取水地段中能够取得的水量。

2.1.23 水文地质概念模型 conceptual hydrogeological model

把含水层实际的边界类型、内部结构、渗透性质、水力特征和补给、排泄等条件概化为便于进行数学与物理模拟的模式。

2.1.24 地下水数值模型 numerical model of groundwater

以水文地质概念模型为基础所建立的,能逼近实际地下水系统结构、水流运动特征和各种渗透要素的一组数学关系式。

2.1.25 数值模型识别 calibration of numerical model

根据已知的初始、边界条件,对地下水数值模型的计算结果进行分析,以达到选择正确参数(即参数识别),校正已建数值模型和边界条件的计算过程。

2.1.26 数值模型检验 verification of numerical model

采用模型识别后的参数和初始、边界条件,选用不同计算时段的资料进行数值模拟,将计算所得数据和实际观测数据进行对比,检验数值模型的正确性。

2.1.27 地下水预报 groundwater forecast

在模型识别和检验的基础上,给定模型的初始、边界条件,预报地下水的水位、水量在时间和空间上的变化。

2.1.28 同位素示踪测井 radioactive tracer logging

利用人工放射性同位素^{131}I、^{82}Br等标记天然流场或人工流场中钻孔内的地下水流,采用示踪或稀释原理测定含水层某些水文地质参数的方法。

2.2 符　　号

B——计算断面的宽度、越流参数；

E——地下水的蒸发量；

F——含水层的面积、降水入渗面积；

H——自然情况下潜水含水层的厚度；

h——承压水含水层自顶板算起的压力水头高度、潜水含水层在抽水试验时的厚度、潜水含水层在降水前观测孔中的水位高度、水位恢复时的潜水含水层的厚度；

$\overline{h}$——潜水含水层在自然情况下和抽水试验时的厚度平均值；

Δh^2——潜水含水层在自然情况下的厚度 H 和抽水试验时的厚度 h 的平方差；

I——地下水的水力坡度；

K——渗透系数；

l——过滤器的长度；

M——承压水含水层的厚度；

m_i——曲线拐点处的斜率；

N_0——同位素初始计数率；

N_b——放射性本底计算率；

N_t——同位素 t 时计数率；

Q——出水量、地下水径流量、降水入渗补给量；

R——影响半径；

r——抽水孔过滤器的半径、观测孔至抽水孔的距离；

r_0——探头的半径；

S——承压含水层的释水系数；

s——水位下降值、水位恢复时的剩余下降值；

t——时间；

V——潜水含水层的体积；

V_i——测点的渗透速度；

$W(u)$——井函数；

W——地下水的储存量、弹性储存量；

ΔW——连续两年内相同一天的地下水储存量之差；

X——降水量；

α——降水入渗系数、流场畸变校正系数；

μ——潜水含水层的给水度。

3 水文地质测绘

3.1 一般规定

3.1.1 水文地质测绘，宜在比例尺大于或等于测绘比例尺的地形地质图基础上进行。当只有地形图而无地质图或地质图的精度不能满足要求时，应进行地质、水文地质测绘。

3.1.2 水文地质测绘的比例尺，普查阶段宜为1∶100000～1∶50000；详查阶段宜为1∶50000～1∶25000；勘探阶段宜为1∶10000或更大的比例尺。

3.1.3 水文地质测绘的观测路线，宜按下列要求布置：

1 沿垂直岩层(或岩浆岩体)、构造线走向。

2 沿地貌变化显著方向。

3 沿河谷、沟谷和地下水露头多的地带。

4 沿含水层(带)走向。

3.1.4 水文地质测绘的观测点，宜布置在下列地点：

1 地层界线、断层线、褶皱轴线、岩浆岩与围岩接触带、标志层、典型露头和岩性、岩相变化带等。

2 地貌分界线和自然地质现象发育处。

3 井、泉、钻孔、矿井、坎儿井、地表坍陷、岩溶水点(如暗河出入口、落水洞、地下湖)和地表水体等。

3.1.5 水文地质测绘每平方公里的观测点数和路线长度，可按表3.1.5确定。

表3.1.5 水文地质测绘的观测点数和观测路线长度

测绘比例尺	地质观测点数(个/km²)		水文地质观测点数(个/km²)	观测路线长度(km/km²)
	松散层地区	基岩地区		
1∶100000	0.10～0.30	0.25～0.75	0.10～0.25	0.50～1.00

续表 3.1.5

测绘比例尺	地质观测点数(个/km²)		水文地质观测点数	观测路线长度
	松散层地区	基岩地区	(个/km²)	(km/km²)
1∶50000	0.30～0.60	0.75～2.00	0.20～0.60	1.00～2.00
1∶25000	0.60～1.80	1.50～3.00	1.00～2.50	2.50～4.00
1∶10000	1.80～3.60	3.00～8.00	2.50～7.50	4.00～6.00
1∶5000	3.60～7.20	6.00～16.00	5.00～15.00	6.00～12.00
注:1 同时进行地质和水文地质测绘时,表中地质观测点数应乘以2.5;复核性水文地质测绘时,观测点数为规定数的40%～50%。 2 水文地质条件简单时采用小值,复杂时采用大值,条件中等时采用中间值。				

3.1.6 进行水文地质测绘时,可利用现有遥感影像资料进行判释与填图,减少野外工作量和提高图件的精度。

3.1.7 遥感影像资料的选用,宜符合下列要求:

1 航片的比例尺与填图的比例尺接近。

2 陆地卫星影像选用不同时间各个波段的1∶500000或1∶250000的黑白像片以及彩色合成或其他增强处理的图像。

3 热红外图像的比例尺不小于1∶50000。

3.1.8 遥感影像填图的野外工作,应包括下列内容:

1 检验判释标志。

2 检验判释结果。

3 检验外推结果。

4 补充室内判释难以获得的资料。

3.1.9 遥感影像填图的野外工作量,每平方公里的观测点数和路线长度,宜符合下列规定:

1 地质观测点数宜为水文地质测绘地质观测点数的30%～50%。

2 水文地质观测点数宜为水文地质测绘水文地质观测点数的70%～100%。

3 观测路线长度宜为水文地质测绘观测路线长度的40%～60%。

3.2 水文地质测绘内容和要求

3.2.1 地貌调查，宜包括下列内容：

1 地貌的形态、成因类型及各地貌单元间的界线和相互关系。

2 地形、地貌与含水层的分布及地下水的埋藏、补给、径流、排泄的关系。

3 新构造运动的特征、强度及其对地貌和区域水文地质条件的影响。

3.2.2 地层调查，宜包括下列内容：

1 地层的成因类型、时代、层序及接触关系。

2 地层的产状、厚度及分布范围。

3 不同地层的透水性、富水性及其变化规律。

3.2.3 地质构造调查，宜包括下列内容：

1 褶皱的类型，轴的位置、长度及延伸和倾伏方向；两翼和核部地层的产状、裂隙发育特征及富水地段的位置。

2 断层的位置、类型、规模、产状、断距、力学性质和活动性；断层上、下盘的节理发育程度；断层带充填物的性质和胶结情况；断层带的导水性、含水性和富水地段的位置。

3 不同岩层层位和构造部位中节理的力学性质、发育特征、充填情况、延伸和交接关系及其富水性。

4 测区所属的地质构造类型、规模、等级（包括对构造变动历史、新构造的发育特点及其与老构造的关系的了解）和测区所在的构造部位及其富水性。

3.2.4 泉的调查，宜包括下列内容：

1 泉的出露条件、成因类型和补给来源。

2 泉的流量、水质、水温、气体成分和沉淀物。

3 泉的动态变化、利用情况；若有供水意义时，应设观测站进行动态观测。

3.2.5 水井调查，宜包括下列内容：

1 井的类型、深度、井壁结构、井周地层剖面、出水量、水位、水质及其动态变化。

2 地下水的开采方式、开采量、用途和开采后出现的问题。

3 选择有代表性的水井进行简易抽水试验。

3.2.6 地表水调查，宜包括下列内容：

1 地表水的流量、水位、水质、水温、含砂量及动态变化；地表水（包括农田灌溉和污水排放等）与地下水（包括暗河和泉）的补排关系。

2 利用现状及其作为人工补给地下水的可能性。

3 河床或湖底的岩性和淤塞情况，以及岸边的稳定性。

3.2.7 水质调查，应包括下列内容：

1 水质简易分析：取样水点数不应少于本规范表 3.1.5 中水文地质观测点总数的 40%。分析项目包括：颜色、透明度、嗅和味、沉淀、Ca^{2+}、Mg^{2+}、$(Na^{+}+K^{+})$、HCO_3^-、Cl^-、SO_4^{2-}，pH 值、可溶性固形物总量、总硬度等。

2 水质专门分析：取样水点数不应少于简易分析点数的 20%。分析项目：生活饮用水应符合国家现行的《生活饮用水卫生标准》GB 5479 的要求；生产用水应按不同工业企业的具体要求确定；在有地方病或水质污染的地区，应根据病情和污染的类型确定。

3 划分地下水的水化学类型，了解地下水水化学成分的变化规律。

4 了解地下水污染的来源、途径、范围、深度和危害程度。

3.3 各类地区水文地质测绘的专门要求

3.3.1 各类地区水文地质测绘的专门要求，应根据勘察任务要求和地区的水文地质条件来确定调查的内容、范围及其工作精度。

3.3.2 山间河谷及冲洪积平原地区的调查，宜包括下列内容：

1 古河道的变迁、古河床的分布和多种成因沉积物的叠置情况及其特点。

2 阶地的形态、分布范围、地质结构、成因和叠置关系。

3.3.3 冲洪积扇地区的调查，宜包括下列内容：

1 冲洪扇的边界、规模和分布，扇轴的位置和走向，沿扇轴方向的岩性变化规律。

2 地下水溢出带的位置和水文地质特征。

3.3.4 滨海平原、河口三角洲和沿海岛屿地区的调查，宜包括下列内容：

1 海水的入侵范围、咸水（包括现代海水和古代残留海水）与淡水的分界面及其变化规律。

2 淡水层（透镜体）的分布范围、厚度和水位，及其动态变化。

3 咸水区中淡水泉的成因、补给来源、出露条件、水质和水量。

4 潮汐对地下水动态的影响。

3.3.5 黄土地区的调查，宜包括下列内容：

1 黄土层中所夹粉土、姜结石和砂卵石含水层的分布范围、埋藏条件和富水性。

2 黄土柱状节理、孔隙、溶蚀孔洞的发育特征和含水性。

3 黄土塬上洼地的分布、成因和含水性。

4 黄土底部岩层的含水性或隔水性。

3.3.6 沙漠地区的调查，宜包括下列内容：

1 古河道、潜蚀洼地和微地貌（砂丘、草滩、湖岸、天然堤等）的分布及其与地下淡水层（透镜体）的关系。

2 喜水植物的分布及其与地下水的埋深和化学成分的关系。

3 砂丘覆盖和近代河道两侧的淡水层的分布及其埋藏条件。

3.3.7 冻土地区的调查，宜包括下列内容：

1 多年冻土和岛屿状冻土的分布范围。

2 冻土地貌（醉林、冰锥、冰丘和冰水岩盘等）的分布规律及

其与地下水的关系。

3 多年冻土层的上下限、厚度、分布规律和赋存的地下水类型(冻结层的层上水、层间水、层下水)。

4 融区的成因、类型、分布范围和水文地质特征。

3.3.8 碎屑岩地区的调查,宜包括下列内容:

1 岩层的互层情况,风化裂隙、构造裂隙的发育程度和深度,及其与地下水赋存的关系。

2 可溶盐的分布和溶蚀程度,咸水与淡水的分界面。

3.3.9 可溶岩地区的调查,宜包括下列内容:

1 微地貌(岩溶漏斗、竖井和洼地等)和岩溶泉与地下水分布的关系。

2 构造、岩性、地下水径流和地表水文网等因素与岩溶发育的关系。

3 暗河(地下湖)的位置、规模、水位和流量,及其补给条件和开发条件。

4 大型洞穴的形状、规模和充填物。

3.3.10 岩浆岩和变质岩地区的调查,宜包括下列内容:

1 风化壳的发育特征、分布规律和含水性。

2 岩体、岩脉的岩性、产状、规模、穿插特征,及其与围岩接触带的破碎程度和含水性。

3 玄武岩的柱状节理和孔洞的发育特征及其含水性。

4 水文地质物探

4.0.1 采用水文地质物探(简称物探)方法,应根据勘察区的水文地质条件,被探物体的物理特征和不同的工作内容等因素确定。宜采用多种物探方法进行综合探测。

4.0.2 采用物探方法时,被探测体应具备下列基本条件:

1 与相邻介质对同一物性参数有明显的差异。

2 有一定的规模。

3 所引起的异常值,在干扰情况下尚有足够的显示。

4.0.3 采用物探方法,可探测下列内容:

1 覆盖层的厚度、隐伏的古河床和掩埋的冲洪积扇的位置。

2 断层、裂隙带、岩脉等的产状和位置,含水层的宽度和厚度。

3 地质剖面。

4 地下水的水位、流向和渗透速度。

5 地下水的可溶性固形物和咸水、淡水的分布范围。

6 暗河的位置和隐伏岩溶的分布。

7 多年冻土层下限的埋藏深度等。

4.0.4 物探工作的布置、参数的确定、检查点的数量和重复测量的误差,应符合国家现行有关标准的规定。

4.0.5 对勘探孔宜进行水文测井工作,配合钻探取样划分地层,为取得有关参数提供依据。

4.0.6 对物探的实测资料,应结合地质和水文地质条件进行综合分析,提出具有相应水文地质解释的物探成果。

5 水文地质钻探与成孔

5.1 水文地质勘探孔的布置

5.1.1 勘探孔的布置,宜在水文地质测绘和物探的基础上进行。

5.1.2 勘探孔的布置,应能查明勘察区的地质和水文地质条件,取得有关水文地质参数和评价地下水资源所需的资料。

注:采用数值法评价地下水资源时,勘探孔的布置应满足查明水文地质边界条件和水文地质参数分区的要求。

5.1.3 松散层地区勘探线的布置,宜按表 5.1.3 确定。

表 5.1.3 松散层地区勘探线的布置

类型	勘探线的布置
宽度小于 5km 的山间河谷、冲积阶地地区	垂直地下水流向或地貌单元布置。在傍河或在河床下取渗透水时,应结合拟建取水构筑物类型布置垂直和平行河床的勘探线
冲洪积平原地区	垂直地下水流向布置
冲洪积扇地区	沿扇轴布置勘探线,选择富水地段,再在富水地段布置垂直扇轴(或垂直地下水流向)的勘探线
滨海沉积地区	垂直海岸线布置,查明咸水与淡水的分界面,再在分界面上游选择一定距离(按咸水不能入侵到拟建水源地考虑),垂直地下水流向布置勘探线
黄土地区	垂直和沿河谷、黄土洼地布置,平行或垂直黄土塬的长轴布置
沙漠地区	垂直和沿河流、古河道(包括河流消失带)和潜蚀洼地布置,或垂直沙丘覆盖的冲积、湖积含水层中的地下水流向布置
多年冻土地区	垂直河流布置,查明融区类型;并结合地貌横切耐寒或喜水植物生长地段布置,查明冻土与融区分布界限

5.1.4 松散层主要类型地区勘探线、孔距离，宜符合表5.1.4的规定。

表5.1.4 松散层主要类型地区勘探线、孔距离

类型	勘察阶段	勘探线间距（km）	勘探孔间距（km）
冲洪积平原地区	详查 勘探	3.0～6.0 1.0～3.0	1.0～3.0 0.5～1.5
宽度为1～5km的山间河谷冲积阶地地区	详查 勘探	1.0～4.0 0.5～2.0	0.3～1.5 0.2～1.0
宽度小于1km的山间河谷冲积阶地地区	详查 勘探	0.5～2.0 0.3～1.0	0.2～0.4 0.1～0.3
冲洪积扇地区	详查 勘探	1.0～4.0 0.5～2.0	0.3～1.5 0.2～1.0
注：普查阶段，当搜集现有资料达不到精度要求时，应布置少量勘探孔。			

5.1.5 基岩地区勘探孔的布置，宜按表5.1.5确定。

表5.1.5 基岩地区勘探孔的布置

类型	勘探孔的布置
碎屑岩地区	布置在下列富水地段：(1)厚层砂岩、砾岩分布区的断裂破碎带（张性断裂破碎带、压性断裂主动盘一侧破碎带）；(2)褶皱轴迹方向剧变的外侧；(3)岩层倾角由陡变缓的偏缓地段；(4)背斜轴部及倾没端等构造变动显著的地段；(5)产状近于水平的岩层的裂隙密集带和共轭裂隙的密集部位；(6)碎屑岩与火成岩岩脉或侵入体的接触带附近；(7)地下水的集中排泄带
可溶岩地区	按碎屑岩地区规定布置外，尚可布置在可溶岩与其他岩层（包括非可溶岩和弱可溶岩）的接触带，裂隙岩溶发育带和岩溶微地貌（如溶蚀洼地、串珠状漏斗等）发育处，强径流带
岩浆岩和变质岩地区	布置在断裂破碎带、岩脉发育带、不同岩体接触带、弱风化裂隙发育带以及原生柱状节理和原生空洞发育层

5.2 水文地质勘探孔的结构

5.2.1 勘探孔的深度，宜钻穿有供水意义的主要含水层(带)或含水构造带。

5.2.2 勘探孔的孔径设计，应包括下列内容：

1 开孔直径。

2 孔身各段直径及变径的位置。

3 终孔直径。

5.2.3 勘探孔抽水试验段的直径应根据可能的出水量大小、抽水试验的技术要求和过滤器的类型及外径确定。

5.2.4 当需查明各含水层(带)的水位、水质、水温、透水性或隔离水质不好的含水层时，应进行止水工作，并检查止水效果。

注：长期观测孔亦应在观测层(带)及非观测层(带)之间进行止水。

5.2.5 抽水孔过滤器的下端，应设置管底封闭的沉淀管，其长度宜为2～4m。

5.2.6 勘探孔结构的设计，应根据勘察区的地层特性、测试要求及钻探工艺等因素综合考虑，并宜尽量简化。

5.3 抽水孔过滤器

5.3.1 抽水孔过滤器的类型，根据不同含水层的性质，可按表5.3.1采用。抽水试验的观测孔，宜采用包网过滤器。

表 5.3.1 抽水孔过滤器的类型选择

含水层	抽水孔过滤器类型
具有裂隙、溶洞(其中有大量充填物)的基岩	骨架过滤器、缠丝过滤器或填砾过滤器
卵(碎)石、圆(角)砾	缠丝过滤器或填砾过滤器
粗砂、中砂	缠丝过滤器或填砾过滤器
细砂、粉砂	填砾过滤器或包网过滤器
注：基岩含水层，当裂隙、溶洞(其中很少充填物)稳定时，可不设置过滤器。	

5.3.2 抽水孔过滤器骨架管的内径，在松散层中，宜大于200mm；在基岩中，宜大于100mm。

抽水试验观测孔过滤器骨架管的外径，不宜小于75mm。

5.3.3 抽水孔过滤器的长度，宜符合下列规定：

1 含水层厚度小于30m时，可与含水层厚度一致。

2 含水层厚度大于30m时，可采用20～30m；当含水层的渗透性差时，其长度可适当增加。

抽水试验观测孔过滤器的长度可采用2～3m。

5.3.4 抽水孔过滤器骨架管孔隙率，不宜小于15%。

5.3.5 非填砾过滤器的包网网眼、缠丝缝隙尺寸，宜按表5.3.5确定。

表5.3.5 非填砾过滤器进水缝隙尺寸

过滤器类型	网眼、缝隙尺寸(mm)	
	含水层不均匀系数 $\eta_1 \leqslant 2$	含水层不均匀系数 $\eta_1 > 2$
缠丝过滤器	$(1.25 \sim 1.5)d_{50}$	$(1.5 \sim 2.0)d_{50}$
包网过滤器	$(1.5 \sim 2.0)d_{50}$	$(2.0 \sim 2.5)d_{50}$

注：1 细砂取较小值，粗砂取较大值。

2 d_{50}为含水层筛分颗粒组成中，过筛质量累计为50%时的最大颗粒直径。

5.3.6 填砾过滤器的滤料规格和缠丝间隙，可按下列规定确定：

1 当砂土类含水层的 η_1 小于10时，填砾过滤器的滤料规格，宜采用下式计算：

$$D_{50} = (6 \sim 8)d_{50} \quad (5.3.6\text{-}1)$$

2 当碎石土类含水层的 d_{20} 小于2mm时，填砾过滤器的滤料规格，宜采用下式计算：

$$D_{50} = (6 \sim 8)d_{20} \quad (5.3.6\text{-}2)$$

3 当碎石土类含水层的 d_{20} 大于或等于2mm时，应充填粒径10～20mm的滤料。

4 填砾过滤器滤料的 η_2 值应小于或等于2。

5　填砾过滤器的缠丝间隙和非缠丝过滤器的孔隙尺寸，可采用 D_{10}。

注：1　η_1 为砂土类含水层的不均匀系数，即 $\eta_1=d_{60}/d_{10}$；η_2 为填砾过滤器滤料的不均匀系数，即 $\eta_2=D_{60}/D_{10}$。

2　d_{10}、d_{20}、d_{60} 为含水层土试样筛分中能通过网眼的颗粒，其累计质量占试样总质量分别为 10%、20%、60%时的最大颗粒直径。

3　D_{10}、D_{50}、D_{60} 为滤料试样筛分中能通过网眼的颗粒，其累计质量占试样总质量分别为 10%、50%、60%时的最大颗粒直径。

5.3.7　填砾过滤器的滤料厚度，粗砂以上含水层应为 75mm，中砂、细砂和粉砂含水层应为 100mm。

5.4　勘探孔施工

5.4.1　水文地质勘探孔的钻进和成孔工艺，应符合下列要求：

1　基岩勘探孔，应采用清水钻进。

2　松散层勘探孔，根据含水层特性和勘探要求，可采用水压或泥浆钻进。

3　冲洗介质的质量应符合国家现行的《供水管井技术规范》GB 50296 的有关规定。

4　在钻进有供水意义的含水层时，严禁采用向孔内投放粘土块代替泥浆护壁。

5　在下过滤器和填滤料前，应将孔内的稠泥浆换为稀泥浆。

6　抽水孔必须及时洗孔。抽水试验观测孔也应进行洗孔，宜洗至水位变化反映灵敏。

5.4.2　水文地质勘探孔的成孔质量，应符合下列要求：

1　孔身各段直径达到设计要求。

2　孔身在 100 米深度内其孔斜度不大于 1.5°。

3　孔深误差不大于 2‰。

4　洗孔结束前的出水含砂量不大于 1/20000(体积比)。

5.4.3　钻探过程中采取土样、岩样，宜符合下列规定：

1　取出的土样宜能正确反映原有地层的颗粒组成。

2　采取鉴别地层的岩、土样，非含水层宜每3～5m取一个，含水层宜每2～3m取一个，变层时，应加取一个。

3　采取试验用的土样，厚度大于4m的含水层，宜每4～6m取一个，含水层厚度小于4m时，应取一个。

4　试验用土样的取样质量，宜大于下列数值：

砂　　1kg

圆砾(角砾)　　3kg

卵石(碎石)　　5kg

5　基岩岩芯的采取率，宜大于下列数值：

完整岩层　　70%

构造破碎带、风化带、岩溶带　　30%

6　有测井和井下电视配合工作时，鉴别地层的土样、岩样的数量可适当减少。

5.4.4　松散层土的分类，应按本规范附录D的规定执行。

5.4.5　土样和岩样(岩芯)的描述，应符合表5.4.5的规定。

表5.4.5　土样和岩样(岩芯)的描述内容

类别	描述内容
碎石土类	名称、岩性成分、磨圆度、分选性、粒度、胶结情况和充填物(砂、粘性土的含量)
砂土类	名称、颜色、矿物成分、粒度、分选性、胶结情况和包含物(粘性土、动植物残骸、卵砾石等含量)
粘性土类	名称、颜色、湿度、有机物含量、可塑性和包含物
岩石类	名称、颜色、矿物成分、结构、构造、胶结物、化石、岩脉、包裹物、风化程度、裂隙性质、裂隙和岩溶发育程度及其充填情况

5.4.6　在钻探过程中，应对水位、水温、冲洗液消耗量、漏水位置、自流水的水头和自流量、孔壁坍塌、涌砂和气体逸出的情况、岩层变层深度、含水构造和溶洞的起止深度等进行观测和记录。

5.4.7　钻探结束时，应对所揭露的地层进行准确分层，并根据含

水层的水头、水质情况分别进行回填或隔离封孔。

5.4.8 勘探孔应测量坐标和孔口高程。

5.4.9 勘探开采井的钻探工作除应遵守本章的规定外，尚应符合现行《供水管井技术规范》GB 50296 的要求。

6 抽水试验

6.1 一般规定

6.1.1 抽水孔的布置，应根据勘察阶段，地质、水文地质条件和地下水资源评价方法等因素确定，并宜符合下列要求：

1 详查阶段，在可能富水的地段均宜布置抽水孔。

2 勘探阶段，在含水层(带)富水性较好和拟建取水构筑物的地段均宜布置抽水孔。

6.1.2 抽水孔占勘探孔(不包括观测孔)总数的百分比(%)，宜不少于表6.1.2的规定。

表6.1.2 抽水孔占勘探孔总数的百分比

地　　区	详查阶段	勘探阶段
基岩地区	80	90
岩性变化较大的松散层地区	70	80
岩性变化不大的松散层地区	60	70
注：抽水试验的工作量中，宜包括带观测孔的抽水试验。		

6.1.3 在松散含水层中，可用放射性同位素稀释法或示踪法测定地下水的流向、实际流速和渗透速度等，了解地下水的运动状态。

6.1.4 抽水试验观测孔的布置，应根据试验目的和计算公式的要求确定，并宜符合下列要求：

1 以抽水孔为原点，宜布置1～2条观测线。

2 1条观测线时，宜垂直地下水流向布置；2条观测线时，其中一条宜平行地下水流向布置。

3 每条观测线上的观测孔宜为3个。

4 距抽水孔近的第一个观测孔，应避开三维流的影响，其距离不宜小于含水层的厚度；最远的观测孔距第一个观测孔的距离不宜太远，并应保证各观测孔内有一定水位下降值。

5 各观测孔的过滤器长度宜相等，并安置在同一含水层和同一深度。

6.1.5 对富水性强的大厚度含水层，需要划分几个试验段进行抽水时，试验段的长度可采用 20～30m。

6.1.6 对多层含水层，需分层研究时，应进行分层(段)抽水试验。

6.1.7 采用数值法评价地下水资源时，宜进行一次大流量、大降深的群孔抽水试验，并应以非稳定流抽水试验为主。

6.1.8 抽水试验前和抽水试验时，必须同步测量抽水孔和观测孔、点(包括附近的水井、泉和其他水点)的自然水位和动水位。如自然水位的日动态变化很大时，应掌握其变化规律。抽水试验停止后，必须按本规范第 6.3.3 条的要求测量抽水孔和观测孔的恢复水位。

抽水试验结束后，应检查孔内沉淀情况。必要时，应进行处理。

6.1.9 抽水试验时，应防止抽出的水在抽水影响范围内回渗到含水层中。

6.1.10 水质分析和细菌检验的水样，宜在抽水试验结束前采取。其件数和数量应根据用水目的和分析要求确定。

6.1.11 水位的观测，在同一试验中应采用同一方法和工具。抽水孔的水位测量应读数到厘米，观测孔的水位测量应读数到毫米。

6.1.12 出水量的测量，采用堰箱或孔板流量计时，水位测量应读数到毫米；采用容积法时，量桶充满水所需的时间不宜少于 15s，应读数到 0.1s；采用水表时，应读数到 0.1m^3。

6.2 稳定流抽水试验

6.2.1 抽水试验时，水位下降的次数应根据试验目的确定，宜进

行 3 次。其中最大下降值可接近孔内的设计动水位，其余 2 次下降值宜分别为最大下降值的 1/3 和 2/3。

各次下降的水泵吸水管口的安装深度应相同。

注：当抽水孔出水量很小，试验时的出水量已达到抽水孔极限出水能力时，水位下降次数可适当减少。

6.2.2 抽水试验的稳定标准，应符合在抽水稳定延续时间内，抽水孔出水量和动水位与时间关系曲线只在一定的范围内波动，且没有持续上升或下降的趋势。

注：1 当有观测孔时，应以最远观测孔的动水位判定。

2 在判定动水位有无上升或下降趋势时，应考虑自然水位的影响。

6.2.3 抽水试验的稳定延续时间，宜符合下列要求：

1 卵石、圆砾和粗砂含水层为 8h。

2 中砂、细砂和粉砂含水层为 16h。

3 基岩含水层(带)为 24h。

注：根据含水层的类型，补给条件、水质变化和试验的目的等因素，稳定延续时间可适当调整。

6.2.4 抽水试验时，动水位和出水量观测的时间，宜在抽水开始后的第 5、10、15、20、25、30min 各测一次，以后每隔 30min 或 60min 测一次。

水温、气温观测的时间，宜每隔 2～4h 同步测量一次。

6.3 非稳定流抽水试验

6.3.1 抽水孔的出水量，应保持常量。

6.3.2 抽水试验的延续时间，应按水位下降与时间[s(或 Δh^2)～lg$t$]关系曲线确定，并应符合下列要求：

1 $s(\Delta h^2)$～lg$t$ 关系曲线有拐点时，则延续时间宜至拐点后的线段趋于水平。

2 $s(\Delta h^2)$～lg$t$ 关系曲线没有拐点时，则延续时间宜根据试验目的确定。

注：1 在承压含水层中抽水时，采用 s～lg$t$ 关系曲线；在潜水含水层中抽水时，采

用 $\Delta h^2 \sim \lg t$ 关系曲线。

2 拐点是指曲线上斜率的导数等于零的点。

3 当有观测孔时，应采用最远观测孔的 s(或 Δh^2)$\sim \lg t$ 关系曲线。

6.3.3 抽水试验时，动水位和出水量观测的时间，宜在抽水开始后第 1、2、3、4、6、8、10、15、20、25、30、40、50、60、80、100、120min 各观测一次，以后可每隔 30min 观测一次。

6.3.4 群孔抽水试验，宜符合下列要求：

1 当一个抽水孔抽水时，对另一个最近的抽水孔产生的水位下降值，不宜小于 20cm。

2 抽水孔的水位下降次数应根据试验目的而定。

3 当抽水孔附近有地表水或地下水露头时，应同步观测其水位、水质和水温。

6.3.5 开采性抽水试验，宜符合下列要求：

1 宜在枯水期进行。

2 总出水量宜等于或接近需水量(宜大于需水量的 80%)。

3 下降漏斗的水位能稳定时，则稳定延续期不宜少于 1 个月。

4 下降漏斗的水位不能稳定时，则抽水时间宜延续至下一个补给期。

7 地下水动态观测

7.0.1 地下水动态观测线、孔的布置，应能控制勘察区或水源地开采影响范围内的地下水动态。根据不同的观测目的，观测孔、线的布置宜分别符合下列要求：

1 查明各含水层之间的水力联系时，可分层布置观测孔。

2 需要获得边界地下水动态资料时，观测孔宜在边界有代表性的地段布置。

3 查明污染源对水源地地下水的影响时，观测孔宜在连接污染源和水源地的方向上布置。

4 查明咸水与淡水分界面的动态特征(包括海水入侵)时，观测线宜垂直分界面布置。

5 需要获得用于计算地下水径流量的水位动态资料时，观测线宜垂直和平行计算断面布置。

6 需要获得用于计算地区降水入渗系数的水位动态资料时，观测孔宜在有代表性的不同地段布置。

7 查明地下水与地表水体之间的水力联系时，观测线宜垂直地表水体的岸边线布置。

8 查明水源地在开采过程中下降漏斗的发展情况时，宜通过漏斗中心布置相互垂直的两条观测线。

9 查明两个水源地的相互影响或附近矿区排水对水源地的影响时，观测孔宜在连接两个开采漏斗中心的方向上布置。

10 为满足数值法计算要求，观测孔的布置应保证对计算区各分区参数的控制。

7.0.2 地下水动态观测点，宜利用已有的勘探孔、水井和泉。

7.0.3 地下水动态观测孔过滤器的结构和类型，可按本规范第

5.3.1～5.3.5 条抽水试验观测孔的有关规定执行。

7.0.4 地下水动态观测孔的过滤器，应下至所需观测的含水层最低水位以下 2～5m，其管口应高出地面 0.5～1m。孔口应设置保护装置，在孔口地面应采取防渗措施。分层观测的观测孔应分层止水。观测孔的洗井应符合本规范第 5.4.1 条的要求。

7.0.5 观测井、孔的出水量、水位、水温、气温和泉的流量，宜每隔 5～10d 观测一次，当其变化剧烈时应增加观测次数。各观测点的观测，应定时进行。

计算降水入渗系数所需的水位的观测时间，应根据计算的具体要求确定。

7.0.6 水质分析和细菌检验用的水样，宜在丰水期和枯水期各取一次，在污染地区应增加取样次数。采取水样前宜进行抽(掏)水洗井(孔)。

7.0.7 查明咸水与淡水分界面时，宜每月取水样一次，作单项离子分析。

7.0.8 查明地表水和地下水之间的水力联系时，应在观测地下水动态的同时，观测有关地表水的动态。

7.0.9 地下水动态观测期间，应系统掌握有关的气象和水文资料。

7.0.10 地下水动态观测，应在勘察期间尽早进行。观测的持续时间，详查阶段不宜少于一个枯水季节；勘探阶段不宜少于一个水文年；开采阶段应进行长期观测。

7.0.11 观测孔如有淤塞、反应不灵敏和孔口有变动时，应及时处理。

8 水文地质参数计算

8.1 一般规定

8.1.1 水文地质参数的计算，必须在分析勘察区水文地质条件的基础上，合理地选用公式(选用的公式应注明出处)。

8.1.2 本章所列潜水孔的计算公式，当采用观测孔资料时，其使用范围应限制在抽水孔水位下降漏斗坡度小于1/4处。

8.2 渗透系数

8.2.1 单孔稳定流抽水试验，当利用抽水孔的水位下降资料计算渗透系数时，可采用下列公式：

1 当$Q \sim s$(或Δh^2)关系曲线呈直线时，

1)承压水完整孔：

$$K=\frac{Q}{2\pi sM}\ln\frac{R}{r} \tag{8.2.1-1}$$

2)承压水非完整孔：

当$M>150r$，$l/M>0.1$时：

$$K=\frac{Q}{2\pi sM}\left(\ln\frac{R}{r}+\frac{M-l}{l}\ln\frac{1.12M}{\pi r}\right) \tag{8.2.1-2}$$

或当过滤器位于含水层的顶部或底部时：

$$K=\frac{Q}{2\pi sM}\left[\ln\frac{R}{r}+\frac{M-l}{l}\ln\left(1+0.2\frac{M}{r}\right)\right] \tag{8.2.1-3}$$

3)潜水完整孔：

$$K=\frac{Q}{\pi(H^2-h^2)}\ln\frac{R}{r} \tag{8.2.1-4}$$

4)潜水非完整孔：

当$\overline{h}>150r$，$l/\overline{h}>0.1$时：

$$K=\frac{Q}{\pi(H^2-h^2)}(\ln\frac{R}{r}+\frac{\overline{h}-l}{l}\cdot\ln\frac{1.12\overline{h}}{\pi r}) \quad (8.2.1\text{-}5)$$

或当过滤器位于含水层的顶部或底部时：

$$K=\frac{Q}{\pi(H^2-h^2)}[\ln\frac{R}{r}+\frac{\overline{h}-l}{l}\cdot\ln(1+0.2\frac{\overline{h}}{r})] \quad (8.2.1\text{-}6)$$

式中 K——渗透系数(m/d)；

Q——出水量(m^3/d)；

s——水位下降值(m)；

M——承压水含水层的厚度(m)；

H——自然情况下潜水含水层的厚度(m)；

$\overline{h}$——潜水含水层在自然情况下和抽水试验时的厚度的平均值(m)；

h——潜水含水层在抽水试验时的厚度(m)；

l——过滤器的长度(m)；

r——抽水孔过滤器的半径(m)；

R——影响半径(m)。

2 当$Q\sim s$(或Δh^2)关系曲线呈曲线时，可采用插值法得出$Q\sim s$代数多项式，即：

$$s=a_1Q+a_2Q^2+\cdots\cdots a_nQ^n \quad (8.2.1\text{-}7)$$

式中 a_1、a_2……a_n——待定系数。

注：a_1宜按均差表求得后，可相应地将公式(8.2.1-1)、(8.2.1-2)、(8.2.1-3)中的Q/s和公式(8.2.1-4)、(8.2.1-5)、(8.2.1-6)中的$\frac{Q}{H^2-h^2}$以$1/a_1$代换，分别进行计算。

3 当s/Q(或$\Delta h^2/Q$)$\sim Q$关系曲线呈直线时，可采用作图截距法求出a_1后，按本条第二款代换，并计算。

8.2.2 单孔稳定流抽水试验，当利用观测孔中的水位下降资料计算渗透系数时，若观测孔中的值s(或Δh^2)在s(或Δh^2)$\sim \lg r$关系曲线上能连成直线，可采用下列公式：

1　承压水完整孔：

$$K=\frac{Q}{2\pi M(s_1-s_2)}\ln\frac{r_2}{r_1} \quad (8.2.2\text{-}1)$$

2　潜水完整孔：

$$K=\frac{Q}{\pi(\Delta h_1^2-\Delta h_2^2)}\ln\frac{r_2}{r_1} \quad (8.2.2\text{-}2)$$

式中　s_1、s_2——在 $s\sim\lg r$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值(m)；

Δh_1^2、Δh_2^2——在 $\Delta h^2\sim\lg r$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值(m^2)；

r_1、r_2——在 s(或 Δh^2)$\sim\lg r$ 关系曲线上纵坐标为 s_1、s_2(或 Δh_1^2、Δh_2^2)的两点至抽水孔的距离(m)。

8.2.3　单孔非稳定流抽水试验，在没有补给的条件下，利用抽水孔或观测孔的水位下降资料计算渗透系数时，可采用下列公式：

1　配线法：

1)承压水完整孔：

$$\begin{cases}K=\dfrac{0.08Q}{Ms}W(u) & (8.2.3\text{-}1)\\[2ex] u=\dfrac{S}{4KM}\cdot\dfrac{r^2}{t} & (8.2.3\text{-}2)\end{cases}$$

2)　潜水完整孔：

$$\begin{cases}K=\dfrac{0.159Q}{\Delta h^2}W(u)\\[2ex] u=\dfrac{\mu}{4KH}\cdot\dfrac{r^2}{t}\end{cases} \text{或} \begin{cases}K=\dfrac{0.08Q}{\bar{h}s}W(u) & (8.2.3\text{-}3)\\[2ex] u=\dfrac{\mu}{4K\bar{h}}\cdot\dfrac{r^2}{t} & (8.2.3\text{-}4)\end{cases}$$

式中　$W(u)$——井函数；

S——承压水含水层的释水系数；

μ——潜水含水层的给水度。

2　直线法：

当$\frac{r^2S}{4KMt}$(或$\frac{r^2\mu}{4K\bar{h}t}$)$<0.01$时，可采用公式(8.2.2-1)、(8.2.2-2)

或下列公式：

1）承压水完整孔：

$$K=\frac{Q}{4\pi M(s_2-s_1)}\cdot\ln\frac{t_2}{t_1} \qquad (8.2.3\text{-}5)$$

2）潜水完整孔：

$$K=\frac{Q}{2\pi(\Delta h_2^2-\Delta h_1^2)}\cdot\ln\frac{t_2}{t_1} \qquad (8.2.3\text{-}6)$$

式中 s_1、s_2——观测孔或抽水孔在 $s\sim\lg t$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值（m）；

Δh_1^2、Δh_2^2——观测孔或抽水孔在 $\Delta h^2\sim\lg t$ 关系曲线的直线段上任意两点的纵坐标值（m^2）；

t_1、t_2——在 s（或 Δh^2）$\sim\lg t$ 关系曲线上纵坐标为 s_1、s_2（或 Δh_1^2、Δh_2^2）两点的相应时间（min）。

8.2.4 单孔非稳定流抽水试验，在有越流补给（不考虑弱透水层水的释放）的条件下，利用 $s\sim\lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率计算渗透系数时，可采用下式：

$$K=\frac{2.3Q}{4\pi\cdot M\cdot m_i\cdot e^{r/B}} \qquad (8.2.4)$$

式中 r——观测孔至抽水孔的距离（m）；

B——越流参数；

m_i——$s\sim\lg t$ 关系曲线上拐点处的斜率。

注：1 拐点处的斜率，应根据抽水孔或观测孔中的稳定最大下降值的 1/2 确定曲线的拐点位置及拐点处的水位下降值，再通过拐点作切线计算得出。

2 越流参数，应根据 $e^{r/B}\cdot K_0{}^{r/B}=2.3\frac{s_i}{m_i}$，从函数表中查出相应的 r/B，然后确定越流参数 B。

8.2.5 稳定流抽水试验或非稳定流抽水试验，当利用水位恢复资料计算渗透系数时，可采用下列公式：

1 停止抽水前，若动水位已稳定，可采用公式（8.2.4）计算，式中的 m_i 值应采用恢复水位的 $s\sim\lg(1+\frac{t_k}{t_T})$ 曲线上拐点的斜率。

2 停止抽水前，若动水位没有稳定，仍呈直线下降时，可采用下列公式：

1）承压水完整孔：

$$K=\frac{Q}{4\pi Ms}\ln(1+\frac{t_k}{t_T}) \qquad (8.2.5\text{-}1)$$

2）潜水完整孔：

$$K=\frac{Q}{2\pi(H^2-h^2)}\ln(1+\frac{t_k}{t_T}) \qquad (8.2.5\text{-}2)$$

式中 t_k——抽水开始到停止的时间(min)；

t_T——抽水停止时算起的恢复时间(min)；

s——水位恢复时的剩余下降值(m)；

h——水位恢复时的潜水含水层厚度(m)。

注：1 当利用观测孔资料时，应符合$\frac{r^2S}{4KMt_k}$(或$\frac{r^2\mu}{4K\bar{h}t_k}$)$<0.01$的要求。

2 如恢复水位曲线直线段的延长线不通过原点时，应分析其原因，必要时应进行修正。

8.2.6 利用同位素示踪测井资料计算渗透系数时，可采用下列公式：

$$K=\frac{V_f}{I} \qquad (8.2.6\text{-}1)$$

$$V_f=\frac{\pi(r^2-r_0{}^2)}{2art}\ln\frac{N_0-N_b}{N_t-N_b} \qquad (8.2.6\text{-}2)$$

式中 V_f——测点的渗透速度(m/d)；

I——测试孔附近的地下水水力坡度；

r——测试孔滤水管内半径(m)；

r_0——探头半径(m)；

t——示踪剂浓度从 N_0 变化到 N_t 所需的时间(d)；

N_0——同位素在孔中的初始计数率；

N_t——同位素 t 时的计数率；

N_b——放射性本底计数率；

a——流场畸变校正系数。

8.3 给水度和释水系数

8.3.1 潜水含水层的给水度和承压水含水层的释水系数，可利用单孔非稳定流抽水试验观测孔的水位下降资料计算确定，或采用野外试验和室内试验的方法确定。

8.4 影 响 半 径

8.4.1 利用稳定流抽水试验观测孔中的水位下降资料计算影响半径时，可采用下列公式：

1 承压水完整孔：

$$\lg R=\frac{s_1\lg r_2-s_2\lg r_1}{s_1-s_2} \tag{8.4.1-1}$$

2 潜水完整孔：

$$\lg R=\frac{\Delta h_1^2\lg r_2-\Delta h_2^2\lg r_1}{\Delta h_1^2-\Delta h_2^2} \tag{8.4.1-2}$$

8.4.2 缺少观测孔的水位下降资料时，影响半径可采用经验数据，也可选用有关公式计算。

8.5 降水入渗系数

8.5.1 勘察区或附近设有地下水均衡场时，降水入渗系数可直接采用均衡场的降水入渗系数的观测计算值或采用比拟法确定。

8.5.2 在平原地区，利用降水过程前后的地下水水位观测资料计算潜水含水层的一次降水入渗系数时，可采用下式近似计算：

$$\alpha=\mu(h_{max}-h\pm\Delta h\cdot t)/X \tag{8.5.2}$$

式中 α——一次降水入渗系数；

h_{max}——降水后观测孔中的最大水柱高度(m)；

h——降水前观测孔中的水柱高度(m)；

Δh——临近降水前，地下水水位的天然平均降（升）速（m/d）；

t——从 h 变到 h_{max} 的时间（d）；

X——t 日内降水总量（m）。

9 地下水水量评价

9.1 一般规定

9.1.1 进行地下水的水量评价，应具备下列资料：

1 勘察区含水层的岩性、结构、厚度、分布规律、水力性质、富水性以及有关参数。

2 含水层的边界条件，地下水的补给、径流和排泄条件。

3 水文、气象资料和地下水动态观测资料。

4 初步拟定的取水构筑物类型和布置方案。

5 地下水的开采现状和今后的开采规划。

9.1.2 地下水水量评价的方法，应根据需水量、勘察阶段和勘察区水文地质条件确定。宜选择几种适合于勘察区特点的方法进行计算和分析比较，得出符合实际的结论。

9.1.3 进行地下水的水量评价时，应根据需水量要求，结合勘察区的水文地质条件，计算地下水的补给量和允许开采量，必要时应计算储存量。

9.1.4 进行地下水的水量评价时，宜按下列步骤进行：

1 根据初步估算的地下水水量和拟定的开采方案，计算取水构筑物的开采能力和区域动水位。

2 确定开采条件下能够取得的补给量，包括补给量的增量、蒸发与溢出的减量。

3 根据需水量和水源地类型（常年的、季节性或非稳定型的），论证在整个开采期内的开采和补给的平衡。

4 确定允许开采量。

9.1.5 计算和评价地下水水量时，计算时段的选择应符合下列规定：

1　补给量充足，水文地质单元具有多年调蓄能力时，可采用“多年平均”作为计算时段。

2　补给量不充足，水文地质单元调蓄能力不大时，可采用需水保证率年份作为计算时段。

3　介于上述两者之间，可采用连续枯水年组或设计枯水年组作为计算时段。

9.2　补给量的确定

9.2.1　地下水的补给量应计算由下列途径进入含水层（带）的水量：

1　地下水径流的流入。

2　降水渗入。

3　地表水渗入。

4　越层补给。

5　其他途径渗入。

9.2.2　计算补给量时，应按自然状态和开采条件下两种情况进行。

9.2.3　进入含水层的地下水径流量，可按下式计算：

$$Q=K\cdot I\cdot B\cdot M \tag{9.2.3}$$

式中　Q——地下水径流量（m^3/d）；

K——渗透系数（m/d）；

I——自然状态或开采条件下的地下水水力坡度；

B——计算断面的宽度（m）；

M——承压含水层的厚度（m）。

9.2.4　降水入渗的补给量，可按下列公式计算：

1　按降水入渗系数计算时：

$$Q=F\cdot\alpha\cdot X/365 \tag{9.2.4-1}$$

式中　Q——日平均降水入渗补给量（m^3/d）；

F——降水入渗的面积（m^2）；

α——年平均降水入渗系数；

X——年降水量(m)。

2 在地下水径流条件较差，以垂直补给为主的潜水分布区，计算降水入渗补给量时：

$$Q=\mu \cdot F \cdot \sum \Delta h/365 \qquad (9.2.4\text{-}2)$$

式中 $\sum \Delta h$———年内每次降水后，地下水水位升幅之和(m)；

μ——潜水含水层的给水度。

3 地下水径流条件良好的潜水分布区，可用数值法计算降水入渗补给量。

9.2.5 农田灌溉水和人工漫灌水的入渗补给量，可根据灌入量、排放量减去蒸发量及其他消耗量进行计算。

9.2.6 河、渠的入渗补给量，可根据勘察区上下游断面的流量差或河渠渗入的有关公式计算和确定。

9.2.7 利用各单项补给量之和确定总补给量时，应对各单项补给项目进行具体分析，确定对本区起主导作用的项目，并避免重复。

9.2.8 利用开采区内的地下水排泄量和含水层中地下水储存量之差计算补给量时，可按下式计算：

$$Q_B=E+Q_Y+Q_j+Q_K+\Delta W/365 \qquad (9.2.8)$$

式中 Q_B——日平均地下水补给量(m^3/d)；

E——日平均地下水蒸发量(m^3/d)；

Q_Y——日平均地下水溢出量(m^3/d)；

Q_j——流向开采区外的日平均地下水径流量(m^3/d)；

Q_K——日平均地下水开采量(m^3/d)；

ΔW——连续两年内相同一天的地下水储存量之差(年储存量小于上年者取负值)(m^3/d)。

9.2.9 地下水总补给量，可根据水源地上游地下水最小径流量与水源地影响范围内潜水最低、最高水位之间的储存量(m^3/d)之和确定。

9.3 储存量的计算

9.3.1 潜水含水层的储存量，可按下式计算：

$$W=\mu\cdot V \tag{9.3.1}$$

式中 W——地下水的储存量(m^3)；

μ——潜水含水层的给水度；

V——潜水含水层的体积(m^3)。

9.3.2 承压水含水层的弹性储存量，可按下式计算：

$$W=F\cdot S\cdot h \tag{9.3.2}$$

式中 W——地下水的弹性储存量(m^3)；

F——含水层的面积(m^2)；

S——弹性释水系数；

h——承压水含水层自顶板算起的压力水头高度(m)。

9.4 允许开采量的计算和确定

9.4.1 允许开采量的计算和确定，应符合下列要求：

1 取水方案在技术上可行，经济上合理。

2 在整个开采期内动水位不超过设计值，出水量不会减少。

3 水质、水温的变化不超过允许范围。

4 不发生危害性的环境地质现象和影响已建水源地的正常生产。

9.4.2 当能够确定勘察区地下水在开采条件下的各项均衡要素时，宜采用水均衡法计算和确定允许开采量。

9.4.3 在地下水的补给以地下水径流为主，含水层的厚度不大、储存量很少且下游又允许疏干的情况下，可采用地下水断面径流量法确定允许开采量，其值不宜大于最小的地下水径流量。

9.4.4 水源地具有长期开采的动态资料，证明地下水有充足的补给，且能形成较稳定的水位下降漏斗时，可根据总出水量与区域漏斗中心处的水位下降的相关关系，计算单位下降系数，并应结合相

应的补给量确定扩大开采时的允许开采量。

9.4.5 含水层埋藏较浅，开采期间地表水能充分补给时，可根据取水构筑物的型式和布局，采用有关岸边渗入公式确定允许开采量。

9.4.6 需水量不大，且地下水有充足补给时，可只计算取水构筑物的总出水量作为允许开采量。

9.4.7 当地下水属周期性补给，且有足够的储存量，采用枯水期疏干储存量的方法计算允许开采量时，宜符合下列要求：

1 能够取得的部分储存量，应满足枯水期的连续开采，且抽水孔中动水位的下降不超过设计要求。

2 应保证被疏干的部分储存量能在补给期间得到补偿。

9.4.8 利用泉作为供水水源时，根据泉的动态观测资料，结合地区的水文、气象资料，评价泉的允许开采量时，宜分别符合下列规定：

1 需水量显著小于泉的枯水流量时，可根据泉的调查和枯水期的实测资料直接进行评价。

2 需水量接近泉的枯水流量时，可根据泉流量的动态曲线和流量频率曲线进行评价，也可建立泉流量的消耗方程式进行评价。

3 需水量大于泉的枯水流量时，如有条件，宜在枯水期进行降低水位的试验，确定有无扩大泉水流量的可能性。在此基础上进行评价。

9.4.9 利用暗河作为供水水源时，可根据枯水期暗河出口处的实测流量评价允许开采量。如有长期观测资料，也可结合地区的水文、气象资料，根据暗河的流量频率曲线进行评价。

9.4.10 在暗河分布地区，某个地段的允许开采量可采用地下径流模数法概略评价，也可选择合适的断面，通过天然落水洞、竖井或抽水孔进行抽水，计算过水断面上的总径流量进行评价。

9.4.11 勘察区与某一开采区的水文地质条件基本相似，且开采区已具有多年的实际开采资料时，根据两地区的典型比拟指标，可

采用比拟法评价勘察区的允许开采量。

9.4.12 布置群井开采地下水时，允许开采量可根据群孔抽水试验的总出水能力和开采条件下的相应补给量，并结合设计要求的动水位，反复试算和调整后确定。

9.4.13 水文地质条件复杂，补给条件难以查明时，可采用开采性抽水试验的实测资料直接（或适当推算）确定允许开采量。

注：当实测的总出水量大于或等于需水量，动水位能较快达到稳定且不超过设计要求，停抽后动水位又能较快恢复时，抽水试验的时间不宜太长，否则应符合本规范第 6.3.5 条的要求。

9.4.14 当采用数值法计算允许开采量时，应符合下列要求：

1 水文地质条件的概化。

1）宜以完整的水文地质单元作为计算区。

2）按含水层的岩性结构、水力性质、导水特征等，可分区概化为：潜水或承压水，均质或非均质，各向同性或各向异性，单层、双层或多层。

3）地下水流状态，可根据其特征分别概化为稳定流或非稳定流，一维流、二维平面流或剖面流，准三维流或三维流。

4）计算区边界可概化为给定地下水水位（水头）的一类边界，或给定侧向径流量的二类边界；或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

2 数值模型的建立。

1）计算区网格剖分的疏密，应与相应勘察阶段的资料相适合，布局合理。

2）按含水层特征分区，给出水文地质参数的初始估算值。如需在模型识别过程中调整分区，应与其水文地质特征相符合。

3）宜采用拟合一校正方法反求水文地质参数，识别和检验数值模型；数值模型的识别和检验，必须利用相互独立的不同时段的资料分别进行。

4)利用非稳定流试验资料识别模型，应使地下水位的实际观测值与模拟计算值的变化曲线 $h\sim t$ 趋势一致，并采用使得水位拟合均方差等目标函数达到最小，作为判断标准。

5)利用稳定流试验资料识别模型，模拟的流场应与实测流场的形态一致，且地下水流向应相同。

3 地下水预报。

1)对计算区的大气降水和河川径流进行水文分析，评价平、枯、丰不同年份的降水量和径流量，作为地下水预报的基础。

2)根据预测分时段给出预报的外部条件，包括预报期间的边界的流量、水位、垂向交换的水量等。必要时，可建立相应的统计模型或计算区外围的区域大模型进行计算。

3)对给定的方案或各种可行的开采方案进行预报，应论证其是否满足给定的技术、经济和环境的约束条件。

4)预报成果的精度，可采用地下水预报模型进行地下水均衡计算的结果，进行分析和评定。

9.4.15 在确定允许开采量的过程中，如需计算各抽水孔内或邻近孔内的水位下降值时，应考虑由于三维流、紊流、孔损等因素的影响而产生的水位附加下降值。

9.4.16 地下水允许开采量可划分为A、B、C、D四级，各级的精度宜按下列内容进行分析和评价：

1 水文地质条件的研究程度。

2 动态观测时间的长短。

3 计算所引用的原始数据和参数的精度。

4 计算方法和公式的合理性。

5 补给的保证程度。

9.4.17 推断的(D级)允许开采量的精度应符合下列规定：

1 初步查明含水层(带)的空间分布及水文地质特征。

2　初步圈定可能富水的地段。

3　根据单孔抽水试验确定所需的水文地质参数。

4　概略评价地下水资源，估算地下水允许开采量。

9.4.18　控制的(C级)允许开采量的精度应符合下列规定：

1　基本查明含水层(带)的空间分布及水文地质特征。

2　初步掌握地下水的补给、径流、排泄条件及其动态变化规律。

3　根据带观测孔的单孔抽水试验或枯水期的地下水动态资料确定有代表性的水文地质参数。

4　结合开采方案初步计算允许开采量，提出合理的采用值。

5　初步论证补给量，提出拟建水源地的可靠性评价。

9.4.19　探明的(B级)允许开采量的精度应符合下列规定：

1　查明拟建水源地区的水文地质条件与供水有关的环境水文地质问题，提出开采地下水必需的有关含水层资料和数据。

2　根据一个水文年以上的地下水动态资料和群孔抽水试验或开采性抽水试验，验证水文地质计算参数，掌握含水层的补给条件及供水能力。

3　结合具体的开采方案建立和完善数值模型，计算和评价补给量，确定允许开采量。

4　预测开采条件下的地下水水位、水量、水质可能发生的变化。

5　提出不使地下水水量减少和水质变差的保护措施。

注：直接利用泉水天然流量作为允许开采量时，应具有20年以上泉流量系列观测资料。

9.4.20　验证的(A级)允许开采量的精度应符合下列规定：

1　具有为解决开采水源地具体课题所进行的专门研究和试验成果。

2　根据开采的动态资料进一步完善地下水数值模型，并逐步建立地下水管理模型。

3 掌握3年以上水源地连续的开采动态资料,并对地下水允许开采量进行系统的多年的均衡计算和评价。

4 提出水源地改造、扩建及保护地下水资源的具体措施。

10 地下水水质评价

10.0.1 地下水水质评价，应在查明地下水的物理性质、化学成分、卫生条件和变化规律的基础上进行。对与开采的含水层有水力联系的其他含水层，以及能影响该层水质的地表水均应进行综合评价。

10.0.2 生活饮用水的水质评价，应按国家现行的《生活饮用水卫生标准》GB 5749 执行。在有地方病的地区，应根据当地环境保护和卫生部门等有关单位提出的水质特殊要求进行。

10.0.3 生产用水的水质评价，应按生产或设计提出的水质要求和现行的有关生产用水标准进行评价。

10.0.4 地下水质变化复杂的地区，应分区、分层进行评价。

10.0.5 在地下水受到污染的地区，应在查明污染现状的基础上，着重对与污染源有关的有害成分进行评价，并提出改善水质和防止水质进一步恶化的建议和措施。

10.0.6 评价地下水水质时，应预测地下水开采后水质可能发生的变化，并提出卫生防护措施。

11 地下水资源保护

11.0.1 勘察期间应根据全面规划、合理开采、开源节流、化害为利的原则，及时开展与地下水资源保护有关的水文地质工作。

11.0.2 凡出现下列情况的地区，在没有采取专门措施时，不应再进行扩大开采量的勘察：

1 现有水源地的开采量和补给量已趋平衡，且在当前的技术经济条件下补给量已不能增加。

2 水质明显恶化，不能满足需要。

3 现有水源地的开采已产生危害性的环境地质问题。

11.0.3 在已有水源地的附近，进行新水源地或扩大已有水源地的勘察时，应符合下列要求：

1 掌握已有水源的开采动态和发展规划。

2 协调新建水源和已有水源地的开采动水位。

3 合理利用多层含水层。

11.0.4 在地下水开采过程中，根据地下水动态观测资料，应对地下水的补给量和允许开采量进一步计算和评价，对水位、水质的变化和不良环境地质现象的发生作出预测。必要时，应提出调整开采方案或采取防护措施的建议。

11.0.5 在有污染源（包括咸水）的地区进行勘察时，应符合下列规定：

1 水源地应选择在污染源的上游。

2 进行污染调查，了解污染源对地下水水质的影响，并应预测开采后可能发生的变化。

3 控制开采量和开采动水位，防止劣质水的入侵。

4 对开采井及观测孔采取止水措施，防止垂直方向上不同含

水层中水质优劣不同的地下水直接发生联系。

5 水质分析除进行一般项目的分析外，应根据污染源的类型、性质和有害物质成分，进行相应的有害元素和有机化合物的分析及放射性物质的测定。

11.0.6 大量开采地下水的地区，应根据上部土体的压缩性和各层地下水的区域水位下降值，评价有无引起地面沉降的可能性。在已产生地面沉降的地区，应建立地下水观测网，设置测定地面沉降值的分层标和基岩标进行监测，并采取调整开采方案的措施进行控制。

11.0.7 在开采地下水的地区，为地下水的合理开发和保护，应做好地下水动态监测工作，并按国家有关规定的要求，设置水源卫生防护带。

附录A 供水水文地质勘察报告编写提纲

序言

说明任务的来源及要求。

简要评述勘察区以往水文地质工作的程度及地下水开发利用的现状和规划。

概述勘察工作的进程以及完成的工作量。

1 自然地理及地质概况

概述勘察区的地形和地貌条件。

简述气象和水文特征。

叙述地层和主要地质构造的分布及特征。

本部分应侧重叙述与地下水的形成、补给、径流、排泄条件以及与地下水污染有关的内容。

2 水文地质条件

叙述含水层(带)的空间分布及其水文地质特征。

阐述地下水的补给、径流、排泄条件及其动态变化规律。

叙述地下水的水化学特征、污染现状及其变化规律。

说明拟采含水层(带)与相邻含水介质及其他水体之间的水力联系状况。

3 勘察工作

结合地下水资源评价方法的需要，论述勘察工作的主要内容及其布置，提出本次勘察工作的主要成果，并评述其质量和精度。

4 地下水资源评价

论述水文地质参数计算的依据，正确计算所需的水文地质参数。论述水文地质条件概化和数学模型的建立。

水量计算：计算地下水的天然补给量和储存量，以及开采条件下的补给增量。根据保护资源、合理开发的原则，提出相应勘察阶段允许开采量，论证其保证程度，并预测其可能的变化趋势。

水质评价：根据任务要求，说明水质的可用性，结合环境水文地质条件，预测开采条件下地下水水质有无遭受污染的可能性，提出保护和改善地下水水质的措施。

预测地下水开采可能引起的环境地质问题。

5 结论和建议

提出拟建水源地的地段和主要水文地质数据和参数。

评价地下水的允许开采量、水质及其精度。

建议取水构筑物的型式和布局。

指出水源地在施工中和投产后应注意的事项。

建议地下水动态观测网点的设置及要求。

建议水源地卫生防护带的设置及要求。

指出本次工作的不足和存在问题。

主要附件

1. 勘察工程平面布置图
2. 水文地质图及其剖面图
3. 与地下水有关的各种等值线图
4. 勘探孔柱状图及抽水试验综合图
5. 水文、气象资料图表
6. 井(泉)调查表
7. 水质分析成果统计表
8. 颗粒分析成果统计表

9.地下水动态观测图表

注:编写报告时,应根据需水量大小、水文地质条件的复杂程度和勘察阶段,对本提纲的内容进行合理的增、删。论述应突出资源评价,言简意赅。文字与图表应相互呼应。

附录B 地层符号

B.1 地层年代符号

<table>
<tr><th colspan="2">界</th><th colspan="2">系</th><th colspan="2">统</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="9">新生界Kz</td><td colspan="2" rowspan="4">第四系 Q</td><td colspan="2">全新统 Q_4 或 Q_h</td></tr>
<tr><td rowspan="3">更新统 Q_p</td><td>上更新统 Q_3</td></tr>
<tr><td>中更新统 Q_2</td></tr>
<tr><td>下更新统 Q_1</td></tr>
<tr><td rowspan="5">第三系R</td><td rowspan="2">上第三系 N</td><td colspan="2">上新统 N_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">中新统 N_1</td></tr>
<tr><td rowspan="3">下第三系 E</td><td colspan="2">渐新统 E_3</td></tr>
<tr><td colspan="2">始新统 E_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">古新统 E_1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="8">中生界Mz</td><td colspan="2" rowspan="2">白垩系 K</td><td colspan="2">上白垩统或白垩系上统 K_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">下白垩统或白垩系下统 K_1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">侏罗系 J</td><td colspan="2">上侏罗统或侏罗系上统 J_3</td></tr>
<tr><td colspan="2">中侏罗统或侏罗系中统 J_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">上侏罗统或侏罗系下统 J_1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">三叠系 T</td><td colspan="2">上三叠统或三叠系上统 T_3</td></tr>
<tr><td colspan="2">中三叠统或三叠系中统 T_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">下三叠统或三叠系下统 T_1</td></tr>
<tr><td rowspan="8">古生界Pz</td><td rowspan="8">上古生界P_{z2}</td><td colspan="2" rowspan="2">二叠统 P</td><td colspan="2">上二叠统或二叠系上统 P_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">下二叠统或二叠系下统 P_1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">石炭系 C</td><td colspan="2">上石炭统或石炭系上统 C_3</td></tr>
<tr><td colspan="2">中石炭统或石炭系中统 C_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">下石炭统或石炭系下统 C_1</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">泥盆系 D</td><td colspan="2">上泥盆统或泥盆系上统 D_3</td></tr>
<tr><td colspan="2">中泥盆统或泥盆系中统 D_2</td></tr>
<tr><td colspan="2">下泥盆统或泥盆系下统 D_1</td></tr>
</table>

续表

界		系	统
古生界 P_z	下古生界 P_{z1}	志留系 S	上志留统或志留系上统 S_3
			中志留统或志留系中统 S_2
			下志留统或志留系下统 S_1
		奥陶系 O	上奥陶统或奥陶系上统 O_3
			中奥陶统或奥陶系中统 O_2
			下奥陶统或奥陶系下统 O_1
		寒武系ϵ	上寒武统或寒武系上统 ϵ_3
			中寒武统或寒武系中统 ϵ_2
			下寒武统或寒武系下统 ϵ_1
元古界 P_t	上元古界 P_{t3}	震旦系 Z	上震旦统或震旦系上统 Z_2
			下震旦统或震旦系下统 Z_1
		青白口系 Q_n	
	中元古界 P_{t2}	蓟县系 J_x	
		长城系 C_h	
	下元古界 P_{t1}		
太古界 A_r	上太古界 A_{r2}		
	下太古界 A_{r1}		

注：1　时代不明的变质岩为 M；前寒武系为 $A_n\epsilon$；前震旦系为 A_nZ。

2　"震旦系"一名限用于湖北长江三峡东部剖面为代表的一段晚前寒武系地层，分上、下两统。

3　我国北方晚前寒武系地层划分仍有不同意见，为便于工作，自下而上可沿用长城系、蓟县系、青白口系三个年代地层单位名称。

B.2 第四纪地层成因类型符号

人工填土	Q^{ml}	海陆交互相沉积层	Q^{mc}
植物层	Q^{pd}	冰积层	Q^{gl}
冲积层	Q^{al}	冰水沉积层	Q^{fgl}
洪积层	Q^{pl}	火山堆积层	Q^{v}
坡积层	Q^{dl}	崩积层	Q^{col}
残积层	Q^{el}	滑坡堆积层	Q^{del}
风积层	Q^{eol}	泥石流堆积层	Q^{sef}
湖积层	Q^{l}	生物堆积层	Q^{o}
沼泽沉积层	Q^{h}	化学堆积层	Q^{ch}
海相沉积层	Q^{m}	成因不明堆积层	Q^{pr}

注：1　两种成因混合的沉（堆）积层，可用混合符号。
例如：冲积与洪积混合层，可用 Q^{al+pl} 表示。
2　地层与成因的符号可合起来使用。例如：由冲积形成的第四系上更新统，可用 Q_3^{al} 表示。

附录C 供水水文地质勘察常用图例及符号

C.1 土和岩石

C.1.1 松散沉积物

人工堆积　耕(表)土　淤泥

粘土　粉质粘土　粉土

黄土　黄土状粉质粘土　黄土状粉土

粉砂　细砂　中砂

粗砂　砾砂　角砂

圆砾　碎石　卵石

块石　漂石

C.1.2 沉积岩

角砾石　砾岩　砂砾岩

砂岩　石英砂岩　页岩

泥岩(粘土岩)　灰岩　结晶灰岩

泥灰岩　泥质灰岩　白云质灰岩

炭质灰岩　硅质灰岩　含燧石结核灰岩

条带状灰岩　竹叶状灰岩　鲕状灰岩

白云岩　泥质白云岩　砂质白云岩

角砾状白云岩　石膏层　角砾状灰岩

C.1.3 岩浆岩

辉石岩　角闪石岩　辉长岩

斜长岩　门长岩　花岗岩

花岗闪长岩　花岗斑岩　正长岩

正长斑岩　二长岩　辉绿岩

流纹岩　玄武岩　安山岩

粗面岩　苦橄岩　凝灰岩

火山角砾岩　集块岩　玢岩

伟晶岩脉　细晶岩脉　超基性岩脉

基性岩脉　中性岩脉　碱性岩脉

C.1.4 变质岩

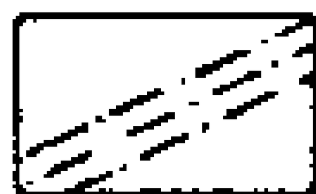
混合岩　混合花岗岩　角页岩

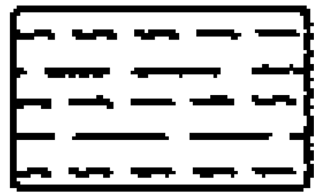
板岩　千枚岩　片岩

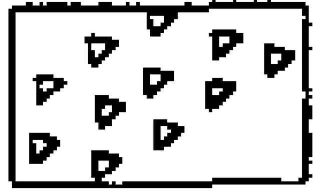
片麻岩　花岗片麻岩　大理岩

硅化灰岩　石英岩　蛇纹岩

C.1.5 构造岩

 糜棱岩

 断层泥

 碎裂岩

 断层片状岩

 断层角砾岩

C.2 地貌及物理地质现象

 一二三级阶地

 V形谷峡谷

 U形谷箱形谷

 不对称河谷

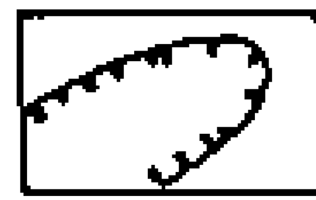
 冲沟

 河流

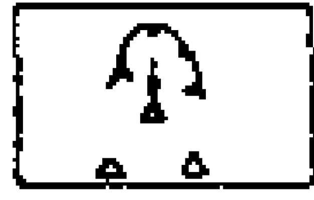
 间歇性河流

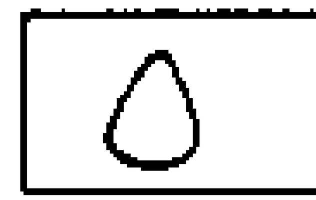
 河岸及漫滩

 河岸冲刷

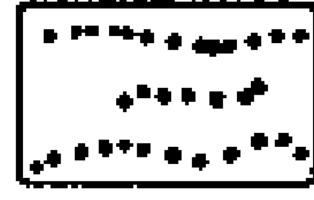
 泥石流沟谷

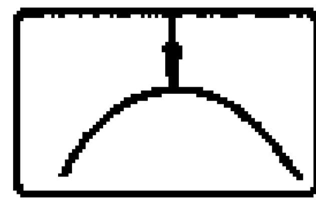
 滑坡

 崩塌

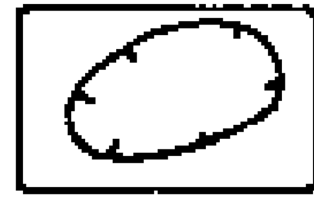
 岩锥

 冲洪积扇

 垅状沙丘

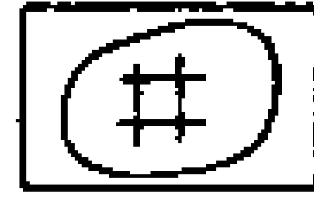
 固定沙丘

 新月形沙丘

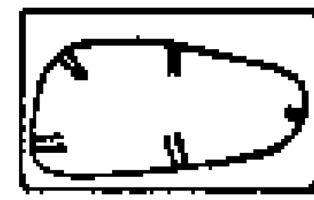
 干溶洞

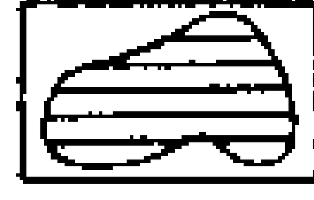
 塌陷

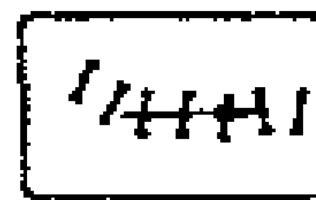
 溶洞

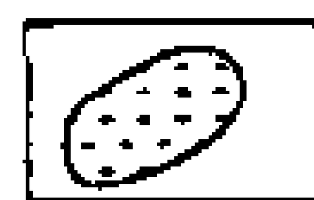
 天然井

 溶蚀漏斗

 岩溶洼地

 岩溶湖

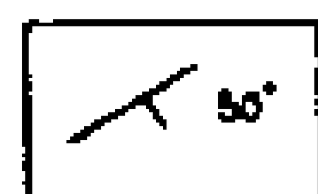
 地下暗河

 沼泽

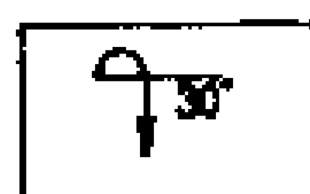
 盐渍地

 牛轭湖

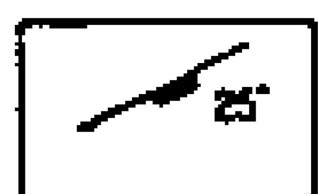
C.3 地质构造



岩层产状



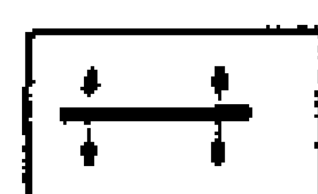
倒转地层产状

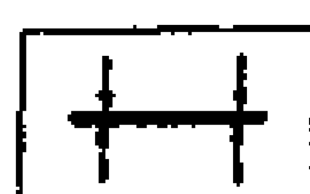


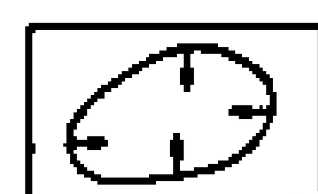
节理产状

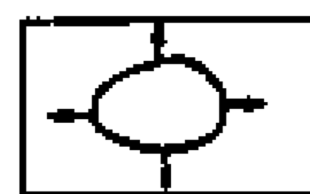


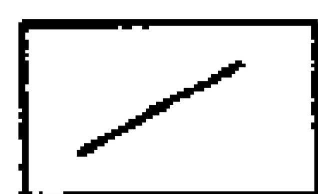
片理产状

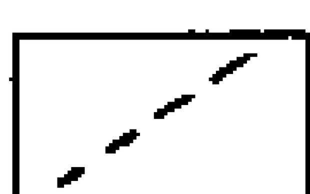

背斜轴线


向斜轴线


盆地构造


穹窿构造


实测断层(性质不明)


推测断层(性质不明)



实测正断层及产状



推测正断层及产状

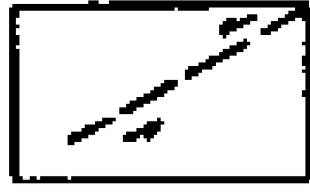


实测逆断层及产状



推测逆断层及产状


实测平推断层


推测平推断层



压性断裂及产状
(带齿盘上冲)



张性断裂及产状
(带齿盘下落)



扭性断裂及产状
(箭头示两盘相对运动方向)

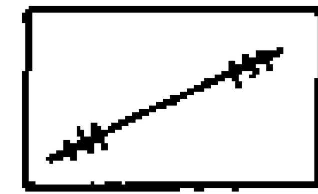


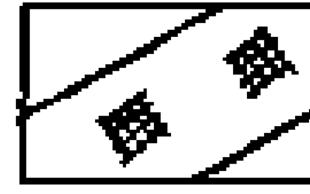
压扭性断裂及产状
(带齿盘相对斜冲)



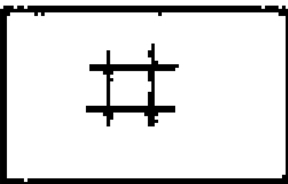
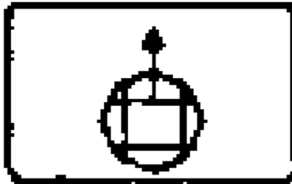
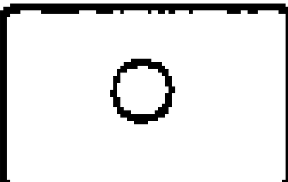
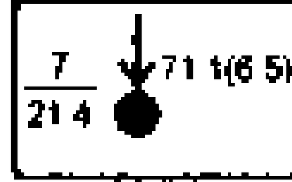
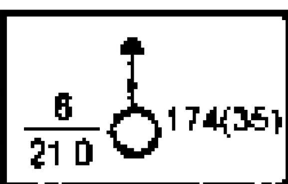
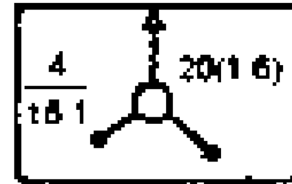
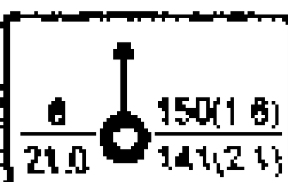
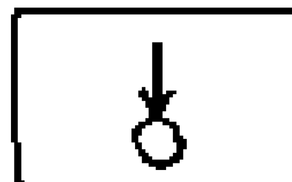
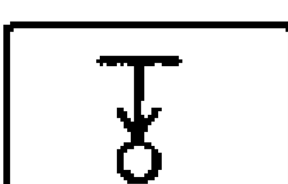
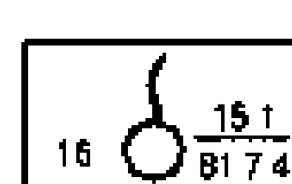
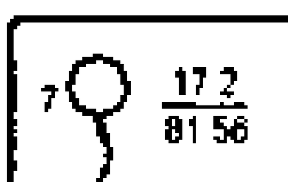
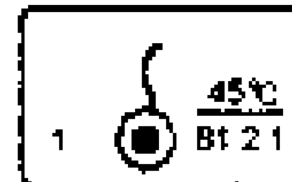
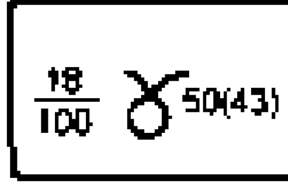
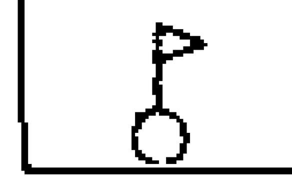
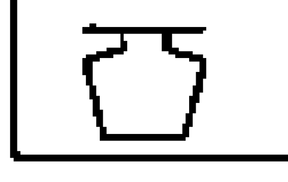
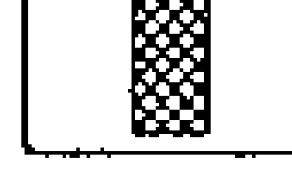
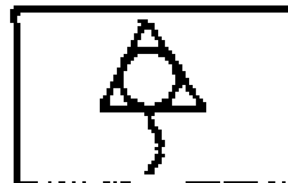
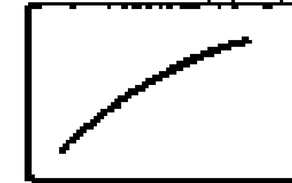
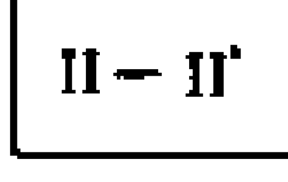
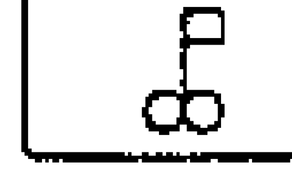
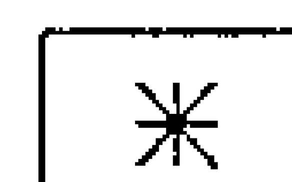
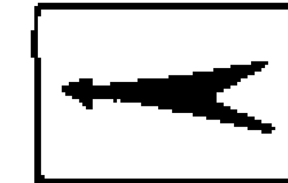
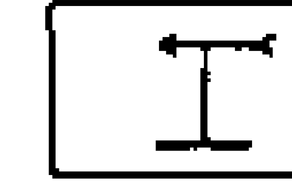
张扭性断裂
(带齿盘相对斜落)


断层破碎带


挤压破碎带


节理密集带

C.4 勘探测试点线

	民井		机井
	水文地质勘探孔		回灌孔 编号/孔深(m) ○回流量L/s(孔口高程m)
	单孔抽水孔 编号/孔深(m) ○出水量L/s(下降值m)		带观测孔的单孔抽水孔 编号/孔深(m) ○出水量L/s(下降值m)
	群孔抽水孔 编号/孔深(m) ○ 单孔出水量L/s(下降值m)/群孔出水量L/s(下降值m)		注水孔
	压水孔		上升泉编号 ○ 流量(L/s)/观测日期
	下降泉 编号 ○ 水量(L/s)/观测日期		温泉编号 ○ 温度(℃)/观测日期
	自流水钻孔 编号/孔深(m) ○自流量L/s(水位高程m)		动态观测孔
	取水样点		过滤器
	动态观测泉		地下水位等值线
	剖面线及编号		河流水文站
	地下水位 ○ 高程(m)/观测日期		地表污染源
	地下水流向		气象台站

附录D　土的分类

类别	名　　称	说　　　明
碎石土类	漂　　石	圆形及亚圆形为主，粒径大于200mm的颗粒超过总质量的50%
	块　　石	棱角形为主，粒径大于200mm的颗粒超过总质量的50%
	卵　　石	圆形及亚圆形为主，粒径大于20mm的颗粒超过总质量的50%
	碎　　石	棱角形为主，粒径大于20mm的颗粒超过总质量的50%
	圆　　砾	圆形及亚圆形为主，粒径大于2mm的颗粒超过总质量的50%
	角　　砾	棱角形为主，粒径大于2mm的颗粒超过总质量的50%
砂土类	砾　　砂	粒径大于2mm的颗粒占总质量的25%～50%
	粗　　砂	粒径大于0.5mm的颗粒超过总质量的50%
	中　　砂	粒径大于0.25mm的颗粒超过总质量的50%
	细　　砂	粒径大于0.075mm的颗粒超过总质量的85%
	粉　　砂	粒径大于0.075mm的颗粒不超过占总质量的50%～85%
粘性土类	粉　　土	塑性指数：$I_p \leqslant 10$
	粉质粘土	塑性指数：$10 < I_p \leqslant 17$
	粘　　土	塑性指数：$I_p > 17$

注：1　土的名称应根据粒径分组由大到小以最先符合者确定。

2　野外临时确定土的名称时，可采用一般常用的经验方法。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2)表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 规范中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

供水水文地质勘察规范

GB 50027—2001

条文说明

目　　次

1 总　　则

1.0.1 多年来，由于过量开采地下水，各地相继出现了诸如水量减少、水质恶化、地面沉降、土地沙化等一系列与生态环境失衡所产生的环境水文地质问题。为了把有限的水资源合理开发而保持良好的生态环境，本次修订时对供水水文地质勘察的宗旨，增加了对生态环境保护的强调。

1.0.2 随着国民经济的发展，农村集镇和乡镇企业迅速兴起，同时也增加了对用水的需求。由于地下水具有许多地表水不可比拟的优点，所以集镇和乡镇企业都越来越多地利用地下水。事实上，不少单位已承担过这方面的任务，并按本规范的要求，向委托单位提交了勘察资料。鉴于上述情况，故本规范的适应范围也相应地扩大到城镇。

1.0.3 勘察纲要是根据搜集已有资料和现场踏勘结果编制的，是指导勘察工作、编制各项具体计划以及检查所完成工作的主要依据。

考虑到勘察纲要用语在许多部门和系统已习用多年，同时又为避免与设计部门的有关设计书相混淆，所以本规范仍沿用“勘察纲要”的称谓。

由于勘察纲要内容涉及许多方面，且有些内容如施工进度、人员设备、经济预算等，又多属经营管理和劳动定额方面的范围，加之大小工程的勘察内容和工作量悬殊很大，故本规范未编勘察纲要内容提纲，仅在条文中提出编制的基本要求。实际工作中可根据具体工程的特点和需要来编制，并且应该注意两点：一是必须充分搜集已有资料，避免与前人工作重复；二是现场踏勘必须认真，避免遗漏重要的地质、水文地质现象。

1.0.4 本条强调的勘察工作的内容和工作量，是根据一系列因素，结合勘察区具体情况及拟选用的地下水资源评价方法综合考虑确定的。条文所述诸因素中的“拟选用的地下水资源评价方法”，其含义是不同的资源评价方法对勘察工作量的大小及其布置的要求是不同的。譬如，采用数值法评价地下水资源，与传统的稳定流解析法有所不同。数值法要求勘探孔应在勘察区有控制性的布置，以查明边界的水文地质条件为主，而且抽水试验应采用非稳定流方法等。强调资源评价方法与勘察工作的内容和工作量联系考虑，旨在获得的勘察资料有的放矢，实用可靠。

1.0.5 原规范第1.0.4条，对影响水文地质勘察工作内容和深度应综合考虑的诸多因素作了规定，其中水文地质条件的复杂程度列在首位。但是在实际工作中如何具体判定水文地质条件复杂的程度，未作进一步规定，以致难以操作。为了正确指导供水水文地质勘察工作，合理确定勘察工作的规模，以达到技术和经济效果的统一，本次修订时采纳了各单位的意见，增补了该条文，将水文地质条件的复杂程度划分为简单、中等、复杂三类，详见表1.0.5。该表所列特征内容，主要以构造、岩性、地貌为构架，并辅以含水介质及地下水的基本特征作补充而选择的。这与传统的水文地质理论，即构造、岩性和地貌是影响一个地区水文地质条件复杂程度，制约一个地区地下水形成和赋存机制的主导因素是相吻合的。值得说明的是，由于实际工作中研究对象的多样性和复杂性，表1.0.5中所列的各种特征，往往难以准确判断，因此在工作初期(如普查阶段)，当把握不准时，可把复杂程度提高一个档次处理。其次，规定本条文后，在使用表3.1.5时可按表中注②的规定执行；当使用表5.1.4时，在水文地质条件简单时采用大数值；反之，则相反；条件中等时，则采用中间值。

1.0.6 需水量是用户根据用水需要提出的，是供水勘察委托任务书中的主要内容，也是勘察单位和业主签定勘察施工合同内容的重要依据。不言而喻，勘察单位按合同协议布置勘察工作内容和

工作量，即组织一定的勘察规模，为用户找到的水源地，其允许开采量必须满足需水量，用户方可验收。因此，本次修订时增补了该条文，以满足实际工作的需要。条文中按需水量大小将拟建水源地规模划分为四级，是参照各部门有关标准中的相关内容制订的。

1.0.7 20世纪80年代中期修订规范(TJ 27—78)时，国家计委标准定额局明确指出，水文地质勘察阶段的划分应按储发[1987]27号文的规定修改。所以，修改后的规范(GBJ 27—88)将水文地质勘察划分为地下水调查、普查、详查、勘探和开采五个阶段，以适应各部门和单位在实际工作中的不同要求。但是，经过十余年的施行，各单位普遍反映，上述划分不适合供水勘察的实际情况与需要。鉴于下述基本事实：一、有关资料表明，从建国至1994年止，全国区域水文地质调查工作已全部完成，区域水文地质条件和地下水资源的分布已基本查清，多年来的供水水文地质勘察工作，一般均是在上述工作的基础上进行的。二、从抽样性地收集到的近十年来各地所完成的50个水源地勘察资料来看，未见有涉及地下水调查阶段工作的工程项目。三、目前国内从事水文地质勘察较多的地矿、冶金、建设、电力、铁路等部门所制订的供水水文地质勘察规范，均未将地下水调查列为一个勘察阶段，勘察阶段基本都是划分为四个阶段，只是名称的叫法不一。本次修订时将供水勘察阶段调整为普查、详查、勘探和开采四个阶段，删除了地下水调查阶段。

值得指出的是，水文地质勘察虽然划分为上述四个阶段，但核心的阶段应是详查和勘探(也即过去习用多年，与供水设计阶段相对应的初步勘察和详细勘察)，普查和开采则可认为是核心阶段的前后延伸。诚然，只有如此理解供水水文地质勘察的全过程，才能获取完整的地下水资料。

其次，目前我国少数地区，尤其是西部待开发地区，比例尺小于1∶200000的区域水文地质调查仍有空白。倘在此类地区为城市、工矿进行供水水文地质勘察时，还需进行地下水调查阶段的工

作，故在本条后加注作了规定。

1.0.8 本条文规定与原规范条文比较，有两点不同：一是删除了原条文第一款有关地下水资源调查阶段的内容；二是对供水勘察各阶段的工作与设计全过程各期工作的对应关系作了进一步的明确。

针对实际工作的需要，建设部城建司于1993年颁发了市政工程设计技术管理标准，规定设计工作的全过程分为设计前期、设计阶段、设计后期三个阶段。设计前期工作主要包括项目可行性研究，编制项目建议书及可行性研究报告；设计阶段包括初步设计和施工图设计；设计后期工作包括配合施工，参加工程试运行，设计回访，工程设计总结等。无疑，供水设计的全过程也应基本如此。所以为满足供水设计全过程各期工作对供水勘察基础资料的要求，本条按四款分别对不同勘察阶段的工作任务和深度作了明确规定。

条文中强调各阶段提出的地下水允许开采量应相应满足A、B、C、D各级精度的要求，可以理解为勘察阶段的工作内容和工作量应达到的标准。本规范第9.4.17～9.4.20条对此已有明确规定。

以"推断的"、"控制的"、"探明的"、"验证的"分别相应替代本条各款中"提出的"、"估算的"、"提出的"、"重新评价的"等用词，能使表述更加明确和贴切。据了解，美国等国外有关的分类标准对此也是如此表述的。

1.0.9 本次修订，将水文地质勘察工作调整为四个阶段，但对于具体的勘察工程，不必循序逐一进行，可根据实际情况的需要，对勘察阶段进行简化与合并。这样对节省勘察费用，缩短水源地建设周期都是有利的。所以，凡属下列情况之一者，勘察阶段均可简化与合并：一、水文地质条件简单，需水量容易得到满足的工程。二、只有一个水源地方案。三、详查过程中，设计部门根据所获初步资料能确定水源地。四、勘察阶段难以划分的基岩地区找水。

1.0.11 众所周知，多年来有关水文地质勘探、测试、地下水动态监测、地下水资源评价等方面行之有效的新技术、新方法、新工艺，如先进的物探、同位素、遥感、计算机等新技术，可谓层出不穷。例如，激发极化法、电导率成像系统、核磁共振等物探新技术已取得了满意的效果；又如井下彩色电视系统、单孔声波测井仪、轻便测井仪、超声波流量计、水位监测自动采集系统、水质连测仪等先进设备仪器的应用，提高了工作效率和勘察资料精度。如此实例，不胜枚举。但是，全国范围内各部门、各单位的推广应用尚不平衡，且力度也不大，这不仅束缚和阻碍着水文地质勘察科学技术的发展速度，而且在一定程度上也制约着本规范内容的完善与水平的提高。有鉴于此，本次修订时在总则中增加了本条文，以引起各方面对这一问题的重视。

2 术语与符号

2.1 术　　语

2.1.1～2.1.28 截至目前，国内已先后出版了几本涉及水文地质勘察的名词术语标准，如《钻探工程名词术语》、《水文地质术语》、《地质词典》、《给水、排水设计基本术语标准》等，但这些标准对同一概念的冠名与解释，往往不尽相同，甚至差异较大。不仅如此，就是原规范也存在类似不严谨的问题。例如"抽水孔"，也称为"抽水试验孔"、"抽水试验钻孔"、"抽水井"，使得同一概念有四个不同名称，而且"孔"和"井"的内涵还是泾谓不同的。诸如此类，不乏其例。显然，这样势必给实际工作和相互交流带来不便。所以，为了协调认识，统一标准，本次修订规范时在参考了有关名词术语标准和技术标准的基础上，对本规范所涉及的术语及其定义作了统一规定，增补了以"孔"为中心的"术语"部分。必须指出，本术语部分不同于系列性的术语标准，所以不可能广而全，而是按国标通用的要求，选择国内各供水勘察部门在实际工作中共同使用较多的术语。因此，各部门在工作中如尚感不足，可根据工程的特点和要求，另选其他有关标准中的术语。

2.2 符　　号

本次修订时在原规范所列符号的基础上，增加了同位素示踪测井求参数的有关符号。

3　水文地质测绘

3.1　一般规定

3.1.1、3.1.2　城镇和工矿企业的供水水文地质勘察工作，一般是在已有水文地质测绘资料的基础上进行的。所以，第3.1.2条可理解为应根据不同的勘察阶段搜集相应精度的水文地质测绘图件。

水文地质测绘是一项专门性的工作，有其独立性。鉴于这种情况，也是为了对被利用的地质和水文地质测绘资料进行研究和校核，本规范规定了测绘的一般要求。显然，独立完成不同比例尺的水文地质测绘工作，本规范的规定是不够的，还需遵循相应的技术规范和规程的要求。

3.1.5　观测点数量和观测路线长度是表征水文地质测绘工作精度的主要指标。自20世纪70年代编制规范(TJ 27—78)时予以规定以来，原规范表2.1.5中的指标一直未曾修订而沿用至今。近年来，随着遥感技术和其他新技术、新方法在水文地质勘察中卓有成效的应用，使许多部门在实际工作中，在不影响工作精度的前提下，减少了野外工作量，提高了生产效率，获益匪浅。因此，不少部门和单位反映，在今后的实际工作中，若仍按原规范中的定额指标要求布置工作量，显然在技术和经济上是不合理的，应将其指标适当放宽。为此，在本次修订过程中，通过搜集国内近十年来78个各种类型水源地的实例资料，经过综合分析和归纳，对原规范表2.1.5中的部分定额指标做了适当修改。但从修改的结果(本规范表3.1.5)来看，由于实际资料的局限，改动的不多，而且定额放宽的幅度也不大，仅在0.1～1.5之间，所以此项工作仍有待今后继续调研和补充。

值得指出的是，有些部门在勘探阶段为了查明取水地段有供水意义的构造形迹特征，常进行大比例尺1：5000的水文地质测绘。冶金、建设、水电部门就是如此，并且在本部门的水文地质勘察规范中，列入了比例尺1：5000的水文地质测绘的观测点数和观测路线长度的定额。考虑到这方面的实际需要，在本规范表3.1.5中增加了比例尺1：5000的定额标准。

3.1.7 关于遥感影像比例尺的选用

遥感影像比例尺的选用，应以保证图像质量获得最佳判释效果为原则。从使用的情况来看，遥感影像资料的不同，所选用的比例尺也不一样。

1 利用航片填图时，使用的航片比例尺可与任务图的比例尺接近。当小于任务图比例尺时，如工作区面积不大，可将航片放大后使用，但放大倍数不宜大于4倍。表1为原煤炭部《大比例尺航空地质测量规程》规定的比例尺，可供遥感水文地质填图参考。

表1 航空地质测量使用的航片比例尺

填图比例尺	航片比例尺
1：50000	1：30000～1：60000
1：25000	1：16000～1：30000
1：10000	1：10000～1：18000
1：5000	1：8000 ～1：15000

2 规定可选用不同时间的陆地卫星像片，旨在放宽像片的选用尺度。当有不同时间的陆地卫星像片时，以选用近期的为好。陆地卫星像片的影像最佳放大倍数为3倍，相应的比例尺为1：100万。美国地质调查所和我国的经验证明，影像放大6倍（相应比例尺为1：50万）仍能保证图像的质量。在地质应用中也有把影像放大成1：25万后使用的。

3 热红外图像规定的比例尺是根据表2中有关资料的统计结果提出来的。热红外图像比例尺一般不小于1：5万。

表 2 热红外图像应用效果表

时间(年)	单位	地区	传感器	波长(mm)	比例尺	有效显示
1980	广东地质局	广州～从化	DS－1230	10～12	1∶26000	热污染、地热异常增强等
1980	岩溶所	桂林	DS－1230	10～12	1∶5000～1∶36000	区分白云岩、石灰岩、古河道等
1980	地质遥感中心	内蒙河套			1∶25000	古河道
1983	原水文四队	广东瑶山	THy－2	8～14	1∶50000	赋水断裂

3.1.8 遥感影像填图的检验

遥感影像填图是由室内判释和野外检验两个部分组成的。需要强调的是，野外检验是必不可少的工序。尤其是那些在遥感影像上难以获见的资料，如岩层和断层的产状，断层的某些性质，钻孔、井、泉的所属含水层类型、水位、出水量和水质等，必须到野外实地去补充。

3.1.9 遥感影像填图的野外工作量

遥感影像填图的野外工作与水文地质测绘相同，观测路线采用穿越法，有意义的地段采用追索法，或者两者相结合。利用遥感影像资料填图的目的：一是提高成图的精度；二是减少野外工作量。两者比较，前者是主要的。条文中有关观测点数和路线长度的数量要求，是根据我国 14 个应用航片填图的有关技术数据统计得出的。执行本条款时，应根据图像可判程度，地区的研究程度以及影像上难以获见资料的多少等综合确定。

3.2 水文地质测绘内容和要求

3.2.1～3.2.7 水文地质测绘的内容和要求等规定，都是具有普遍性的。在执行时，应结合勘察区的具体条件、特征，突出重点。

本规范把有关水文地质测绘内容和要求的条款另列一节，这样与前节“一般规定”的内容不致混淆；与后节的“专门要求”也较为协调。

3.3 各类地区水文地质测绘的专门要求

3.3.1～3.3.10 原则上规定了各类地区进行水文地质测绘时，其调查内容、调查范围和工作精度，应根据接受任务的技术要求和勘察区的水文地质条件来确定。

4 水文地质物探

4.0.1 物探方法在解决水文地质问题时，有成功的经验，也有不理想的实例。在这样的情况下，使用多种方法互相对照，对获得正确的结果是有帮助的。必须指出，采用多种物探方法进行探测时，应考虑被探测体本身具备的各种可被利用的物理条件和其他条件，这是应用物探方法获得成功的基本条件，切忌盲目使用。

4.0.2 物探在供水勘察中已被广泛应用，从经验看，在解决某些特定问题上，有相对成熟的或相对不成熟的。查其原因是，对物探适用条件的认真考虑与否，则是问题的关键所在。因此，为提高物探的应用效果，本条文规定了采用物探时，被探测体应具备的基本条件。考虑到各种物探方法的适用条件不尽一致，在此只能对被探测体的共性要求，作出一般规定。

4.0.5 水文测井已被广泛应用并取得成功，为提高钻探取样的精度，做到一孔多用，在勘探孔中配合进行物探水文测井工作，是十分必要的。譬如采用视电阻率、自然电位、人工放射性同位素等方法测井，可为确定含水层深度、厚度和结构提供依据；在抽水试验过程中进行流量测井，抽水后进行扩散法测井，均可提高含水层渗透性和涌水量确定的精度。

5 水文地质钻探与成孔

5.1 水文地质勘探孔的布置

5.1.1 钻探是水文地质勘探工作的主要手段之一。如何合理地布置勘探孔，直接关系到整个勘察工程的质量。在程序上，勘探孔的布置应在水文地质测绘和物探工作之后，即在获取水文地质测绘资料和物探资料的基础上进行布置，以避免勘探孔布置的盲目性。

5.1.2 布置勘探孔的目的，一是查明地质和水文地质条件，二是取得计算参数和评价地下水资源所需的资料。本条为强调勘探孔的布置应满足与地下水资源评价方法的需求，特加注规定。当采用数值法评价地下水资源时，需侧重对水资源计算区边界的勘察，并满足计算区水文地质参数分区的要求，以避免以往采用传统的解析方法评价资源时，勘探孔的布置侧重在拟建布井的范围内，而对外围(或补给区)地段考虑较少。

5.1.3～5.1.5

1 勘察钻孔的布置方式。1)松散层地区：从大量工程实例来看，基本上都是采取垂直地下水流向或地表水体布置(当拟在岸边取渗透水时，勘探线以平行地表水体岸边线布置为主)。因此，本规范依据这些资料，对比较常见的各类地区的钻孔布置方式按类型作了规定。2)基岩地区：通过多年来大量的基岩地区勘探找水工作，已积累了不少的经验。如运用构造、地质力学和新构造等方法寻找储水构造，成功地解决了许多实际问题。然而，应如何合理在这些储水构造布置勘探方案，从目前了解到的资料来看，仍然缺乏研究和总结。本规范所规定的勘探孔位的选择，都是以往工作经验的总结，且这些地段或部位往往较多成为取水地段。因此，基

岩地区的勘探孔布置方案，仍有待今后继续调研并加以补充。

2 松散层地区勘探线、孔的间距。本规范对松散层地区勘探线、孔的间距，还是保留了常用的剖面线距和孔距形式。从收集的工程实例来看，凡采用这种布孔方式的工程，其地下水资源评价方法，一般均采用解析方法。当采用其他方法（如数值法）评价地下水资源时，可不受这种传统布孔方案的限制，应以满足数值模型对评价勘察区水资源的需要来布置勘探孔。

5.2 水文地质勘探孔的结构

5.2.1 勘探孔深度是根据任务的要求和勘察区的水文地质条件而确定的，不能规定一个具体的数值。为此，本条文只作了原则的规定，即应钻穿有供水意义的主要含水层（带）或含水构造带。这样规定，是基于正确取得水文地质数据和参数及评价地下水资源的需要。但是本条文不能理解为在勘探工程中所有的勘探孔都要求钻穿含水层或含水构造带。譬如，当勘察区地下水丰富，远远大于需水量要求时，勘探孔深度也可根据具体任务要求来定。

条文中的“有供水意义”，应理解为是针对任务的“需水量”而言的。

5.2.4 本条文对止水的规定与要求，主要是针对勘探孔而言的。同样，作为长期观测孔，为保证观测资料的正确，也应分层止水。故本次修订时以注的形式对此作了规定。

5.2.6 本条文是新增条文，旨在要求在实际工作中充分搜集、研究和利用已有资料，合理设计钻孔结构，达到节省勘察费用，提高效益的目的。

5.3 抽水孔过滤器

规范的原版（TJ 27—78）及其第一次修订版（GBJ 27—88）（称原规范），均将有关过滤器类型选择和设计的规定作为一节放在《抽水试验》一章。实践表明，大多数的钻孔是处在不稳定或松散

孔壁的情况下，必须设置过滤器才能进行抽水试验，所以设置过滤器应是钻探成孔工艺中不可缺少的环节。基于上述情况，本次修订时，将原规范《抽水试验》一章中有关过滤器规定的一节内容移入修订后的本规范《水文地质钻探与成孔》一章。

5.3.1 原规范将填砾过滤器、非填砾过滤器、滤料，改称为“填粒过滤器”、“非填粒过滤器”、“填粒”，是基于滤料并非都是粒径大于2mm 的砾石这一实际情况所为。但填砾过滤器，滤料之名称已习用多年，久为同仁认可，并为现行国家标准《供水管井技术规范》GB 50296 所采用。鉴于上述情况，并为与相邻规范在相关问题方面保持协调与一致，故本次修订时予以更改，恢复使用原名称。

关于过滤器类型的选择，本次修订时，对粗砂、中砂含水层而言，去掉了包网过滤器，而对细砂、粉砂含水层则增加了包网过滤器。这样，不仅能节省勘察成本，降低施工难度，而且由于抽水孔抽水是为求取参数，抽水时间不长，包网过滤器对试验资料精度影响不大，所以如此修改是适应时下勘察市场要求的。

5.3.2 松散层中的一些专门试验报告和有关的生产实践表明，在相同的条件下，抽水试验过滤器的直径增加，其出水量随之相应增加。当直径增加到一定限度时，出水量增加的幅度逐渐减少。譬如，过滤器直径大于 200mm 时，出水量增加的幅度一般就很小。如图 1 所示(图中数字 1～10 为试验孔组的编号，1 号孔组为地层渗透系数最小，依次增大，10 号孔组为地层渗透系数最大)。据此，当采用 ϕ200mm 过滤器抽水孔的出水量去推算大口径生产井的出水量，可以理解为，其误差相对的会小一些。另外，从施工条件来看，为在松散层地区设置 ϕ200mm 过滤器，一般需钻凿 ϕ300～500mm 的钻孔，这在勘察时容易满足。所以，本条文仍规定，“抽水孔过滤器直径，在松散层中宜大于 200mm”。

至于基岩勘探孔中的过滤器直径(或勘探孔直径)，因缺乏实际试验资料，出水量与孔径的关系更难掌握。但考虑到基岩勘探

孔孔径过大时钻进困难，而过小又不能安装抽水设备，为至少能满足空气压缩机抽水的要求，并保证获得比较正确的抽水试验资料，所以本条文仍规定“在基岩层中，宜大于 100mm”。

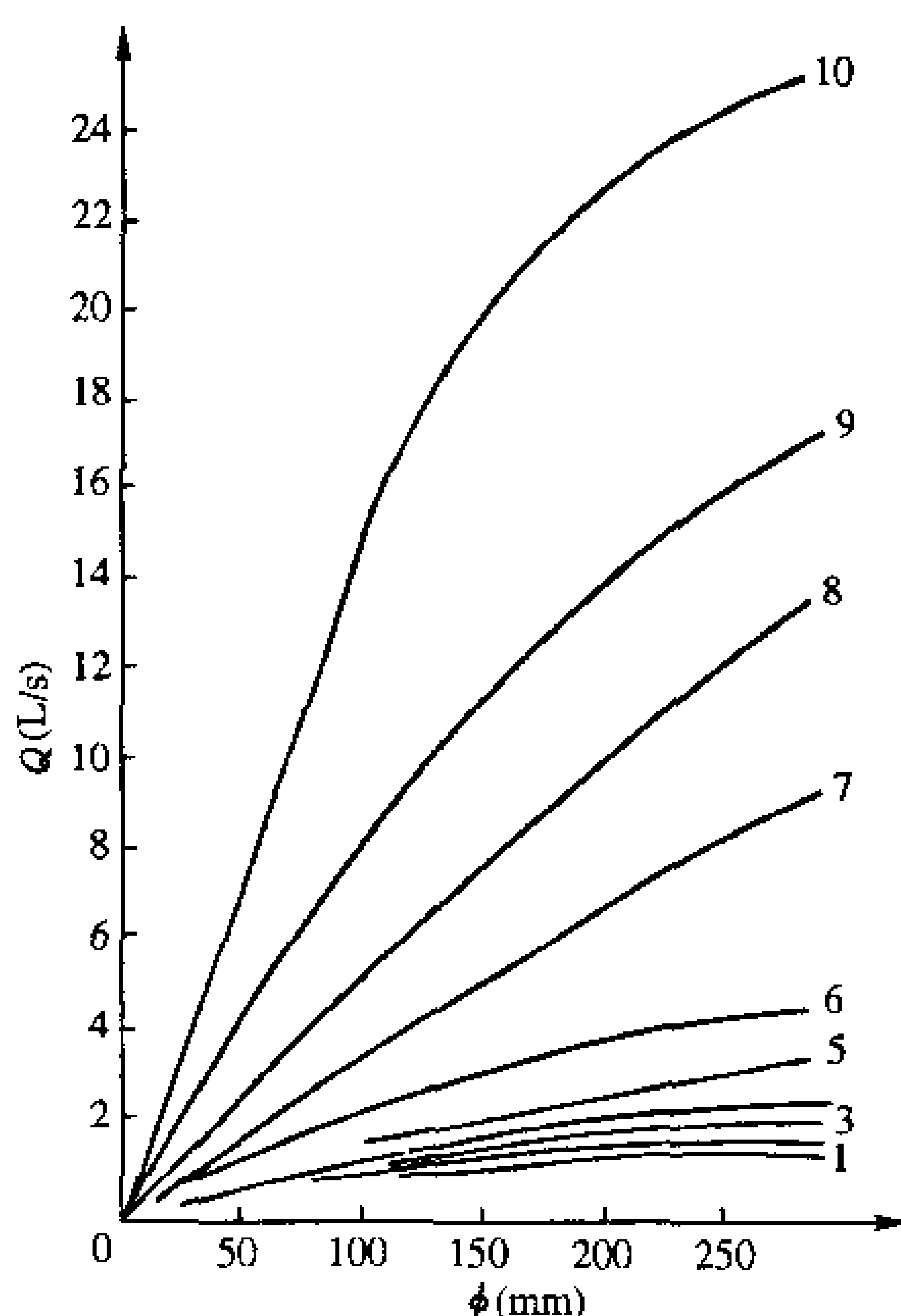


图 1　过滤器直径与出水量关系曲线图

5.3.3　一些试验研究资料揭示了过滤器长度与出水量的关系，在相同条件下，抽水孔出水量随过滤器长度的增加而增加。但当过滤器长度达到某一数值后，出水量增加的幅度却很小，甚至毫无实际意义，如图 2 所示。由此，从实用的角度可以引出一个过滤器“有效长度”的概念，即指抽水孔的出水量增加强度 ΔQ(L/s)/ΔL(m)<0.5，或进水量占整个抽水孔出水量 90%～95%时的过滤器长度。在通常的出水量和水位下降值的情况下，过滤器“有效长度”大致为 20～30m(见表 3)。

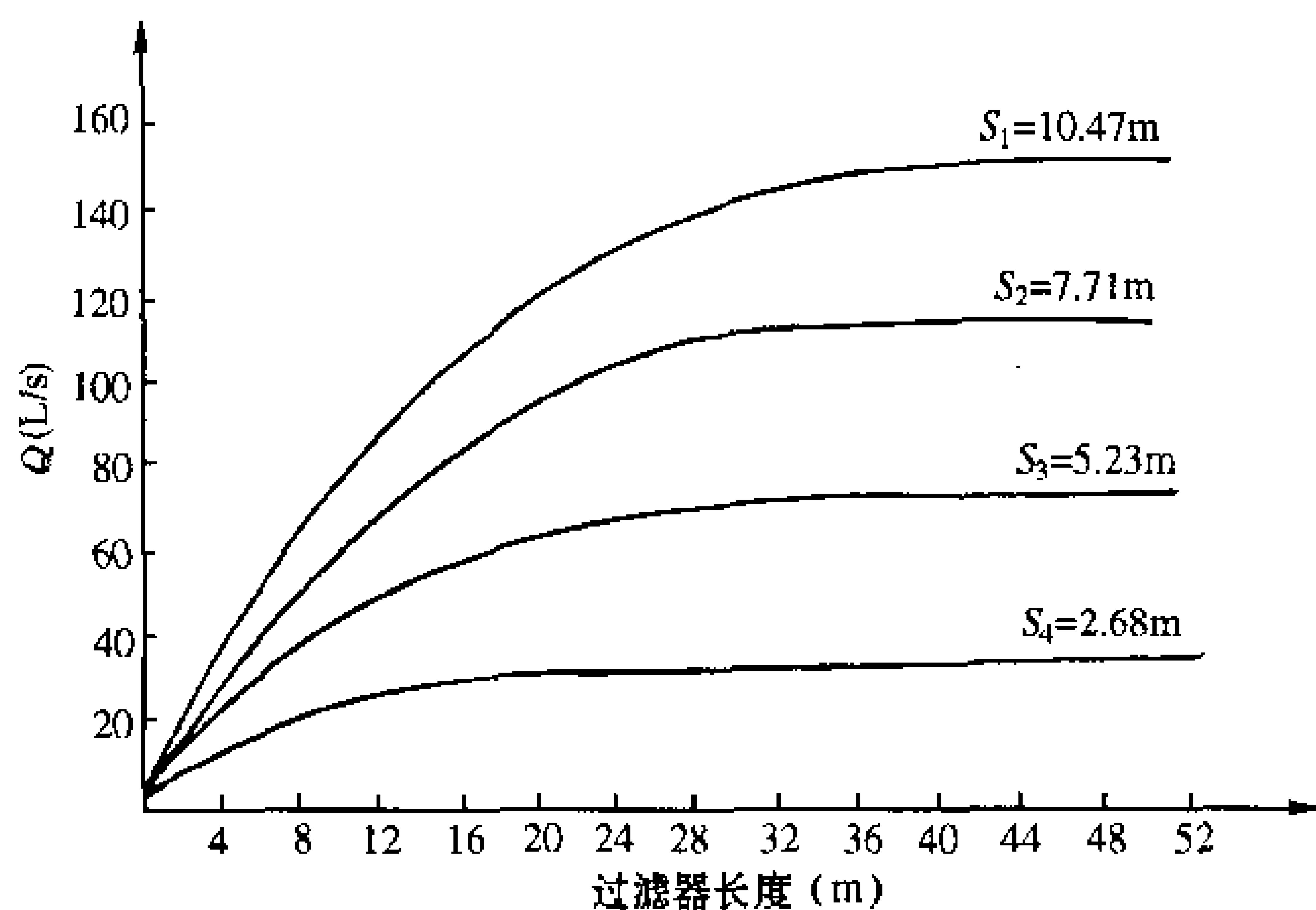


图 2　出水量与过滤器长度关系示意图

表 3　过滤器“有效长度”(L_0)值表

S(m)	Q(L/s)	q(L/s m)	L_0(m)
4.31	39.92	9.26	(38.15＋24.90)/2＝31.50
1.50	20.10	13.40	22.50
1.30	18.30	14.10	21.50
1.00	14.80	14.80	20.50
3.57	32.60	9.13	26.08
0.94	10.30	10.90	18.05
		9.05	24.32
10.47	155.36	15.02	36.80
7.77	116.58	15.00	30.00
5.23	76.16	14.53	26.00
2.56	35.91	14.01	19.20
4.59	107.66	23.40	30.80

注：S——水位下降值(m)。

Q——单位时间的总出水量(L/s)。

q——单位水位下降值的出水量(L/sm)。

表中数值基本上是在渗透性能较好的砂砾、卵石层中得出的。对于渗透性差一些的含水层，L_0（为井液扩散试验时，扩散段长度与以上井管长度之和的算术平均值）的数值将偏大一些。本条文对厚含水层中过滤器的长度可采用20～30m，在执行中可以理解为：当水位下降值较小或渗透性能较好的情况下，可采用20～30m；当水位下降值较大或渗透性能较弱的情况下，可采用30m或更长一些。另外，当确有把握采用某些计算公式换算不同过滤器长度的出水量时，也可采用其他数值。

5.3.4 原规范第5.2.3条对抽水孔过滤器骨架管的孔隙率所作的规定，对供水水文地质勘察而言，显然是要求过高，因为超过了现行国标《供水管井技术规范》GB 50296有关规定的要求，故本次修订时将其由不小于20%，降低至不小于15%。

5.3.5 对非填砾的包网过滤器的网眼尺寸及缠丝过滤器的缠丝间隙尺寸，原规范第5.2.6条分两款作了相应的规定。从规定的内容看，第一款是明显的引用了原苏联国家规范关于均匀含水层非填砾过滤器尺寸的规定，但第二款却是套用英、美等国对非填砾过滤器进水缝隙尺寸的要求。必须指出，原苏联和英、美对相关问题的规定是不同的。如原苏联规范规定井水含砂量标准为1/10000，而英、美等国则大多规定在1/20000以下。两者相差悬殊。显然，如果把两个宽严不同的规定加以混合，势必会导致非均匀含水层中过滤器的网眼、缝隙尺寸反而小于均匀含水层情况的不合理结果。

须知，抽水孔出水含砂量的高低，不仅直接反映成孔质量的好坏，而且也直接影响抽水试验资料的精度。我国多年的勘察实践表明，原苏联国家规范对非填砾过滤器进水缝隙尺寸的规定是符合抽水孔的实际情况的，所以也是原规范第5.2.6条第一款规定的依据所在。因此，对非均匀含水层，亦应采用同一标准的规定，使之相互协调。为此，本次修订时对原规范第5.2.6条作了修正。

5.3.6 规范（TJ 27—78）对填砾过滤器滤料规格的要求是采用表

格的形式表述的，按此规定的滤料粒径，其成井质量不佳，使用寿命短，且规定分档过细，使用不便。据此，原规范将滤料粒径改用国际上普遍采用的以标准粒径乘滤水系数的计算方法确定。实践证明，按计算方法确定的滤料粒径是适用的，故对原条文及其条文说明未作改动。

1 公式的形式。根据含水层的颗分资料确定的标准粒径 d_i 乘以滤水系数（D_{50}/d_i）来确定，形式简洁，使用方便。

2 砂土类含水层的滤料规格。对砂土类含水层，通过国内18个工程实例的反复试算，并参考苏、日、英、西德等国的规定，确定适合我国的 d_i 为 d_{50}，则滤水系数（D_{50}/d_{50}）为6～8。由此计算的结果，与规范（TJ 27—78）的规定一致。

试算中发现，若砂砾和粗砂地层的不均匀系数 η_1（d_{50}/d_{10}）值大于10时，则应除去其中的粗颗粒后重新筛分，直至 $\eta_1<10$ 后才能按本条款的公式计算。否则，计算的滤料粒径过大。

3 碎石土类含水层的滤料规格。确定 d_i 较为困难，国外有关规范也都回避此规定。经20个工程实例的对比和检验，最终确定碎石土类含水层的滤料粒径 d_i 为 d_{20}，其滤水系数（D_{50}/d_{20}）为6～8。按此计算的结果与规范（TJ 27—78）的规定比较，出现两种情况：

1）当 $d_{20}<2$mm时，计算确定的滤料粒径均小于规范（TJ 27—78）规定的滤料粒径，约小1～4个规格级差。实践证明，在这一类含水层中按规范（TJ 27—78）规定的滤料粒径充填，不少勘探孔出砂，而改用本计算的结果，则效果较好。

2）当 $d_{20}\geq 2$mm时，计算确定的滤料粒径均大于规范（TJ 27—78）规定的滤料粒径，由于滤料粒径过大，则无挡砂的作用。为减少作业难度，故本条款规定当 $d_{20}\geq 2$mm的碎石类含水层时，可充填粒径10～20mm的滤料。

4 一般来说，滤料粒径均匀，则孔隙率大，透水性较好。为较好地保证滤料的过水性能，故规定滤料的不均匀系数 η_1 值应小于

或等于2。

5 为了保证缠丝或骨架管的穿孔孔径能阻挡90%滤料，规定缠丝间隙尺寸采用D_{10}。

5.3.7 关于填砾过滤器的滤料厚度的规定，多年来的工程实践证明是合适的，既有利于水量增加，又有利于钻探施工。

5.4 勘探孔施工

5.4.1 基岩钻孔由于孔壁稳定，应采用清水钻进。在松散层地区，当孔壁不易坍塌，钻进比较容易的情况下，为避免复杂的洗井工作，可采用水压钻进；反之，则应采用泥浆钻进。当采用泥浆护壁钻进时，为了避免滤料层的淤塞，造成洗孔困难，应在下管前和充填滤料前换浆，将孔内的稠泥浆逐步换为稀泥浆。实践证明，充填滤料前换浆比下管前换浆更为重要。

关于洗孔的质量标准，各行业标准中都有规定，有的是定性规定，有的是定量指标。本条文保留了原有的规定。

近几年来，在以往机械洗孔方法的同时，又出现不少采用化学洗孔的方法，或者说既有机械功能又有化学功能的洗孔法，如焦磷酸钠和压风机联合洗孔法，液态二氧化碳洗孔法，二氧化碳喷压酸洗孔法，且洗孔效果均较好。据此，本条文强调选用洗孔方法时，要根据实际情况采用多种有效的方法。

关于洗孔出水含砂量，其数值计算有质量比和体积比两种形式，且前者约为后者的2倍。我国的习惯做法是，在现场直接按体积比测定水中含砂量，无需再烘干称重换算成质量比，这样简便易行。故本条规定的含砂量数值为体积比。国内不少勘察部门多年的工程实践表明，这一数值是能满足生产实际需要的。

5.4.2 规定孔斜的要求，不仅能保证抽水试验正常进行，而且也能保证正确判定地层或孔隙岩溶的深度和位置。本条文规定孔斜不宜大于1.5°的要求，是考虑到目前我国常用的井斜仪的精度，其误差一般为±0.5°。

本条文中规定，孔深误差不宜超过2‰，是综合分析了各行业所编规范的有关规定，为保证钻探精度而得出的。该数据包括了测量工具本身的误差和相应的观测误差。

5.4.3 钻探中的取样，直接影响鉴定地层的准确程度。因此本规范首先提出“取出的土样应能正确反映原有地层的颗粒组成”的原则规定。在执行本条款时，应注意钻进方法及不断改进取样工具，以期提高取样的准确性。

在取样数量方面，各部级规范的要求出入不大，而且实际做法也基本相同。因此在综合这些资料的基础上作了相应的规定。对于试验用土样的鉴别，应强调在现场进行，尤其是砂土类和碎石土类。

6 抽水试验

6.1 一般规定

6.1.3 应用人工放射性同位素稀释法是确定地下水运动状态要素行之有效的测试手段。

国外对稀释法和示踪法久已广为应用，且有成熟的经验。近年来，我国已有不少单位对放射性同位素技术在水文地质勘察方面的推广应用进行了大量工作，并有不少应用实例，效果较佳。采用人工放射性同位素可测定松散含水层中渗透流速、实际流速、流向、有效孔隙度和弥散率等参数，进而可确定含水层的渗透系数和弥散系数。

6.1.4

1 关于观测孔布置的方向。当地下水存在着坡度(尤其是水力坡度较大)时，在不同方向上的水头损失是不相等的。因此，需要根据试验的目的来考虑观测线的布置方向。譬如，为计算水文地质参数，观测线常垂直地下水流向布置，以减少水力坡度对计算参数的影响；若测量含水层不同方向的非均匀性和实测抽水的影响范围，可根据具体目的布置观测线；若需要查明边界条件时，应在边界有代表性的地段布置观测孔。

2 关于观测孔距抽水孔的距离。为计算参数用的观测孔距抽水孔的距离，应取决于从观测孔中测得的水位下降值是否符合计算公式中的要求。譬如常用的计算公式：

$$s=\frac{Q}{2\pi KM}\ln\frac{R}{r} \qquad (1)$$

是假设地下水为层流和二维流的情况下推导出来的，而没有考虑在产生紊流和三维流时所造成的水头损失。因此从观测孔中

测得的水位下降值应满足推导上述公式的条件。

观测孔距抽水孔的距离，一般当 $r>M$ 时，紊流、三维流的影响就很小，对计算精度不会有大的影响。所以本规范规定，距抽水孔的第一个观测孔的距离宜大于含水层厚度。三维流的影响与抽水孔的出水量及过滤器直径的大小有关，如抽水孔出水量很小，过滤器直径比较大时，则第一个观测孔可以靠抽水孔更近一些。

关于远观测孔的距离，一般要求从孔中测得的水位尽量不受含水层边界的影响且易于达到稳定，以便于资料的分析和采用多种方法计算水文地质参数。为此，原则规定"距第一个观测孔的距离不宜太远"。这样，也可保证孔中有较大的水位降，减少测量时的观测误差。

上述规定，主要是为了利用观测孔中的水位下降值求水文地质参数而制定的。若是为了实测影响范围或其他用途，则可不受其限制。

3 关于观测孔的数量。观测孔的数量与所采用的计算公式的要求有关。为了能使用同一资料采用多种方法进行计算，相互比较，因此规定同一观测线上的观测孔数宜为 3 个。

5 关于观测孔过滤器的设置。对观测孔过滤器的设置，要求置于同一含水层、同一深度，过滤器长度相同，以增强可比性，给分析、利用资料提供方便。

6.1.7 原规范条文规定，采用数值法评价地下水资源时，宜进行一次大流量大降深的抽水试验。但是，究竟是单孔、还是群孔抽水试验，则未作明确规定。实践表明，采用数值法计算和评价地下水资源时，有时需要反求参数，或识别和检验数值模型的合理性。所有这些，都需要有模拟域的水量、水位和边界条件方面的资料。为了满足这些要求，唯通过大流量、大降深的群孔抽水试验才能达到目的。所以本次修订时，进一步明确规定，采用数值法计算时，宜进行大流量、大降深的群孔抽水试验。此处用词为宜，表示允许选择。例如，当水文地质条件简单，通过常规勘察手段能够查明补给

和边界条件，利用地下水自然动态资料能满足数值法计算要求，就不必进行群孔抽水试验；反之，当计算区地下水赋存条件复杂，其补给和边界条件难以查明时，则必须进行开采性的群孔抽水试验。

至于强调应以非稳定流抽水试验为主，因为建立数值模型所需的含水层导水系数(T)、释水系数(S)、越流参数(B)及给水度(μ)等水文地质参数，用稳定流抽水试验是无法获得的。

6.1.8 自然水位是抽水试验的基础资料，必须正确测定和获得。若抽水前后自然水位发生变化，应分析原因（如降雨、气压、钻进生产用水等），予以校正。

考虑到利用稳定流抽水试验的恢复水位资料计算水文地质参数的需要，本条文规定，恢复水位的测量应按非稳定流抽水试验的观测时间间隔进行。

本次修订时，对本条文内容未作大的改动，仅在测量抽水孔、观测孔……的"测量"一词前加了"同步"二字，以保证资料对比和分析结果的精度。

6.1.12 目前在抽水试验工作中，出水量的测量，除了原条文所规定的方法外，不少单位也采用水表计数法测定，结果可靠。故本次修订时，也将此法纳入本规范。

6.2 稳定流抽水试验

6.2.1 稳定流抽水试验不宜少于3次下降，其理由是：

1 可以获得孔的抽水试验特性曲线，以便正确选择计算水文地质参数的公式。

2 有可能推算孔的出水量。

3 有可能验证水文地质参数的计算是否准确，例如采用3次不同下降值计算所得的渗透系数应基本一致。

对可不作3次下降的抽水试验，在本条注中作了说明。

6.2.2 关于水位的稳定标准，本条文没有采用通常的"在多长时间的间隔内不超过某一数值"的规定。因为抽水试验中时常遇到

这样的情况，即使在规定的时间间隔内水位变化不超过规定的数值，但是从相邻的时间间隔内水位变化的对比来看，水位实际上并没有稳定，而呈现持续上升或下降的趋势。因此，动水位的稳定与否，单看水位的波动范围是不够的，更主要的是要考虑有无持续上升或持续下降的趋势。所谓“在一定范围内波动”，是指不同的抽水设备，可能出现的水位上下波动值。在执行时，必须注意自然水位的变化及其对抽水时动水位的影响。

6.2.3 规定稳定延续时间，主要是为了检查抽水试验地段，由孔中抽出的水量与地下水对孔的补给量是否已经达到平衡。达到两者平衡的时间，对各种补给条件和不同颗粒组成的含水层是不一样的。实际上，一旦出水量与补给量能达到平衡时，稳定延续时间就没有必要太长，因为在整个稳定延续时间内，水位的波动已在允许范围内。

据此，本条文将稳定延续时间适当作了缩短。但在补给条件较差的地区，应特别注意是否达到了稳定，必要时，应延长稳定延续时间。

6.3 非稳定流抽水试验

6.3.1 本条规定出水量在抽水试验过程中应保持常量。事实上，有的非稳定流计算公式，抽水试验的出水量也可以不保持常量，或呈阶梯流量进行。所以，不排斥根据勘察工程的具体情况而选用相适应的抽水试验技术要求，以满足计算公式的需要。

6.3.3 对非稳定流抽水试验观测时间的要求，各部门的认识不尽一致：一种意见要求增加 20s、40s 的观测次数，认为这是满足公式“瞬时现象”的要求；另一种意见认为，由于含水层的释放总存在“滞后现象”，即使观测出 1min 前的数据也无意义。考虑到目前测试技术的水平，本条文规定抽水开始后 1min 进行观测，以便观测数据在 $s \sim \lg t$ 曲线上达到均匀分布。

6.3.4、6.3.5 在原规范中，“互阻抽水试验”和“开采试验抽水”放

在"稳定流抽水试验"一节。本次修订时，将其列入"非稳定流抽水试验"一节中，并且按术语的规定，分别改称为"群孔抽水试验"和"开采性抽水试验"。勘察实践表明：一、这两种抽水试验的下降水位不易稳定，能够达到稳定的情况是不多见的，且往往需要经历相当长的非稳定期，所以理应放在"非稳定流抽水试验"一节，并按非稳定抽水试验要求进行；二、两种抽水试验，一般都是进行定流量、一次降深抽水，所以分析和应用试验资料时，均着重分析降深与时间（$s \sim \lg t$），降速与出水量（$\Delta s / \Delta t \sim Q$）关系，与非稳定流抽水试验相同。

群孔抽水试验，一般为定流量、一次降深抽水。但有时在有补给保证的前提下，可根据总出水量与水位降深关系推断允许开采量（在适当范围内），因此增补了"其下降次数应根据试验目的而定"一款的规定。

开采性抽水试验，一般是在水文地质条件复杂、补给条件不清的地区进行。由于这类地区评价地下水资源比较困难，用一般的解析方法难以解决问题或可靠性不大时，需要借助开采性抽水试验来验证地下水补给量或确定允许开采量，本条的规定就是基于这点而拟订的。

由于这种抽水试验方法的工期长、消耗大，除特殊情况需在勘探阶段进行外，一般应利用开采井结合试生产进行。

7 地下水动态观测

7.0.1 一般来说，地下水动态观测孔的布置，应能控制勘察区或水源地开采影响范围内的地下水动态。随着观测的目的，亦即所要解决的问题的不同，观测孔的具体布置也就各不相同，原规范对此作了一些原则性的规定。本规范考虑了采用数值法计算和评价地下水资源时，应在有代表性的边界地段布置动态观测孔，并应保证对计算区各分区参数的控制，故本次修订时对此作了强调。

7.0.5 按时进行地下水动态的观测，并取得有关资料，对于正确认识勘察区的水文地质条件、地下水的运动规律、计算和评价地下水资源、检验勘察成果的质量等，都是很重要的。

地下水动态观测的时间间隔，因条件和观测目的不同而异，如自然条件变化大时和变化小时不一样，目的不同时也不一样，等等。因此本条文规定的5～10d观测一次，只是代表一般情况下需要这样做。具体执行时，观测的时间间隔可因时、因地增长或缩短，以达到预期的目的。

7.0.10 本次修订时，在本条文最后增加了“开采阶段应进行长期观测”的要求，一是使本条文内容更为完整；二是与9.4.20条第三款的规定相呼应。

8 水文地质参数计算

8.1 一般规定

8.1.1 水文地质参数是计算和评价地下水资源必不可少的数据。为了准确地求得参数，不仅应对抽水试验的技术要求作出规定，保证原始数据的精度，而且对参数计算的技术要求也应作出具体规定。在实际工作中，由于计算的方法和公式选择不当，往往出现参数计算不准(有时误差可达数倍)的现象。这说明对计算参数作一些规定是有必要的。

鉴于目前对参数计算的经验总结和科研作得还不够，加之自然界的条件、抽水孔的情况和抽水试验的方法又是多种多样，所以规范的规定很难满足各种情况下的计算需要。因此本规范只规定了一些基本的要求和列举少数最基本的计算公式，如承压一潜水孔，非均质含水层中的孔的计算公式，以及非稳定流的越流公式，均没有列出。基岩裂隙含水层和岩溶含水层的参数计算方法也未能很好解决。故在选择计算方法和计算公式时，可不受本规范公式的限制，应根据勘察区具体的水文地质条件和公式的适用范围，合理地选用公式，避免盲目地套用。

8.1.2 本规范所列的潜水井计算公式，除应符合含水层均质、等厚和产状水平等一般条件外，还应符合下降漏斗的坡度应小于1/4的条件。只有这样，实际情况与推导公式的假定条件(流线倾角的正弦用正切代替)才比较相符，计算结果的误差才可能在允许范围之内。

8.2 渗透系数

8.2.1、8.2.2

1 考虑公式的适用条件。利用稳定流抽水试验资料计算渗

透系数，仍为目前勘察报告中常用的方法。但实际应用的结果问题很多，主要表现在同一水文地质条件下，算出的 K 值不是常数（不论采用同一公式或不同公式计算，结果均非常数），有时偏小，有时偏大。出现这些问题的原因，除勘探孔施工方面的因素外，主要是由于公式推导时的假设条件与实际水文地质条件不符，以及抽水试验时，井壁及其周围含水层中产生的三维流、紊流的影响等。所以，应用本规范列出的公式及未列出的稳定流公式，都应尽量考虑这些因素对计算渗透系数的影响。

2 采用单孔稳定流抽水试验资料计算渗透系数的方法。本规范规定，根据抽水试验关系曲线 $Q \sim s(\Delta h^2)$ 的不同类型，选用相应的公式以求符合公式的适用条件。

1）当抽水试验关系曲线 $Q \sim s(\Delta h^2)$ 呈直线时，可选用本规范公式 8.2.1-1～8.2.1-6。$Q \sim s(\Delta h^2)$ 关系曲线呈直线，说明该抽水试验资料孔损的影响小，可直接选用公式计算 K 值。

2）当抽水试验关系曲线 $Q \sim s(\Delta h^2)$ 呈曲线时，说明该抽水试验孔损较大，若要计算 K 值，应消除这部分的影响值，以提高单孔计算 K 值的精度。为此，本条文采用截距法和插值法多项式，以消除孔损的影响。

所谓孔损系指由于孔壁与滤水管的阻力以及地下水自孔周含水层的水平运动转化为滤水管内的垂直运动而产生孔壁内外水位不一致的现象。

理论推导可知，任何 $Q \sim s$ 关系曲线均可采用一个高次方多项式表示：

$$s = a_1 Q + a_2 Q^2 + \cdots\cdots a_n Q^n \tag{2}$$

式中 $a_1, a_2 \cdots\cdots a_n$ 为待定系数。

而一次项系数 a_1 可用下式表达：

$$a_1 = \frac{1}{2\pi KM} \cdot \ln\frac{R}{r} \tag{3}$$

由此可知，当求得 a_1 值后，即可求得 K 值。

(1)插值法 $Q\sim s$ 代数多项式。以四组 $Q\sim s$ 抽水试验资料为例，则(2)式可简化为：

$$s=a_1Q+a_2Q^2+a_3Q^3+a_4Q^4 \tag{4}$$

采用均差表(见表4)求 $Q\sim s$ 多项式及其待定参数 a_1。

表4 均差表

n	Q (m³/d)	S (m)	一阶均差	二阶均差	三阶均差	四阶均差
0	0	0				
			a_{11}			
1	Q_1	s_1		a_{22}		
			a_{12}		a_{33}	
2	Q_2	s_2		a_{23}		a_{44}
			a_{13}		a_{34}	
3	Q_3	s_3		a_{24}		
			a_{14}			
4	Q_4	s_4				

表中 $a_{11}=\dfrac{s_1-0}{Q_1-0}$　　$a_{12}=\dfrac{s_2-s_1}{Q_2-Q_1}$　　$a_{13}=\dfrac{s_3-s_2}{Q_3-Q_2}$

$a_{14}=\dfrac{s_4-s_3}{Q_4-Q_3}$　　$a_{22}=\dfrac{a_{12}-a_{11}}{Q_2-0}$　　$a_{23}=\dfrac{a_{13}-a_{12}}{Q_3-Q_1}$

$a_{24}=\dfrac{a_{14}-a_{13}}{Q_4-Q_2}$　　$a_{33}=\dfrac{a_{23}-a_{22}}{Q_3-0}$　　$a_{34}=\dfrac{a_{24}-a_{23}}{Q_4-Q_1}$

$a_{44}=\dfrac{a_{34}-a_{33}}{Q_4-0}$

则：
$$s=a_{11}Q+a_{22}Q(Q-Q_1)+a_{33}Q(Q-Q_1)(Q-Q_2)+a_{44}Q(Q-Q_1)(Q-Q_2)(Q-Q_3) \tag{5}$$

对(5)式展开得：

$$a_1=a_{11}-a_{22}Q_1+a_{22}(Q_1Q_2)-a_{44}Q_1Q_2Q_3$$

求得待定系数 a_1 后，即可按本条款的规定，以 $1/a_1$ 取代相应公式中的 Q/s[或 $Q/(H^2-h^2)$]分别计算 K 值。

据百余实例的统计，$Q\sim s$ 多项式的阶数，一般只要3～4阶即能准确地描述 $Q\sim s$ 资料的函数关系。在作均差表时，要求抽水段落在 $Q\sim s$ 曲线上均匀分布，否则，需要在 $Q\sim s$ 图上取等距点

作均差表。

对于 $Q\sim s$ 多项式，其待定系数还可采用联立方程式或最小二乘法等其他方法求解。

(2)作图截距法。当 $s/Q\sim Q$(或 $\Delta h^2/Q\sim Q$)关系曲线呈直线时，可采用作图截距法求待定系数 a_1(如图 3 所示)。

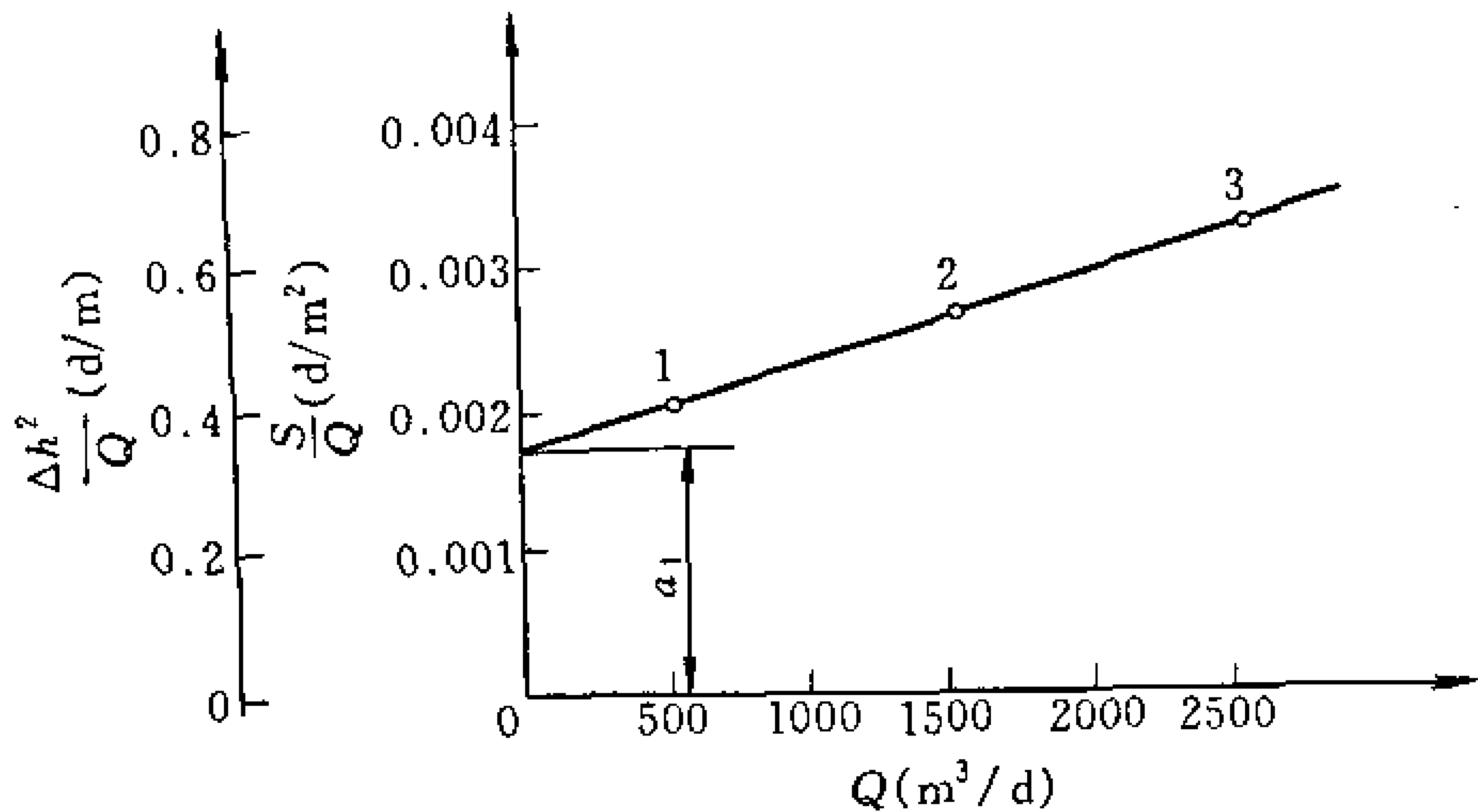


图 3　s/Q(或 $\Delta h^2/Q$)$\sim Q$ 关系曲线示意图

显然，为求得 a_1 应做一次小下降的抽水，以使 $s/Q\sim Q$ 关系曲线上能有一个实测点靠近纵轴，从而提高截距的精度。另外，作图截距法的应用条件是抽水试验资料的曲线关系应为抛物线型(即 $s=a_1Q+a_2Q^2$)。当 $Q\sim s$ 不是抛物线型时，即 $s/Q\sim Q$ 不呈直线而呈曲线，则该资料包括 Q 的高次方项，且曲线的“截距”存在随意性，故本条文给出的 $Q\sim s$ 的多项式是为描述抽水资料的一般公式。

3　非完整井公式。本规范列出的两个非完整井公式由我国学者导出。与常用的国外公式(如马斯盖特公式、吉林斯基公式、巴布什金公式、纳斯列尔格公式等)进行对比验证的结果表明，规范列举的非完整井公式的计算精度是比较高的。

4　利用带观测孔的单孔稳定流抽水试验资料计算 K 值的方

法。规范推荐的公式是常用的裘布依——蒂姆公式，但使用该式时常遇到两个问题：

1)采用靠近抽水孔的观测孔资料时，算得的 K 值有偏小现象。

2)采用远离抽水孔的观测孔资料时，算得的 K 值又往往偏大。

产生这些现象的主要原因，除可能是抽水没有达到稳定的要求外，还在于没有考虑公式的适用条件，即抽水试验关系曲线 $s\sim\lg r$ 应成直线关系：

$$s=\frac{Q}{2\pi KM}\ln R-\frac{Q}{2\pi KM}\ln r \tag{6}$$

只有利用 $s\sim\lg r$ 曲线的直线段上的资料（也就是利用直线的斜率）才能得到准确的 K 值。因为靠近抽水孔的观测孔由于受孔周阻力的影响，容易偏离直线段；远离抽水孔的观测孔则受边界的形状和性质的影响，也将偏离直线段。因此在采用本公式时，要求观测孔内的 s(或 Δh^2)值在 s(或 Δh^2)$\sim\lg r$ 关系曲线上能连成直线（如图 4 所示）。

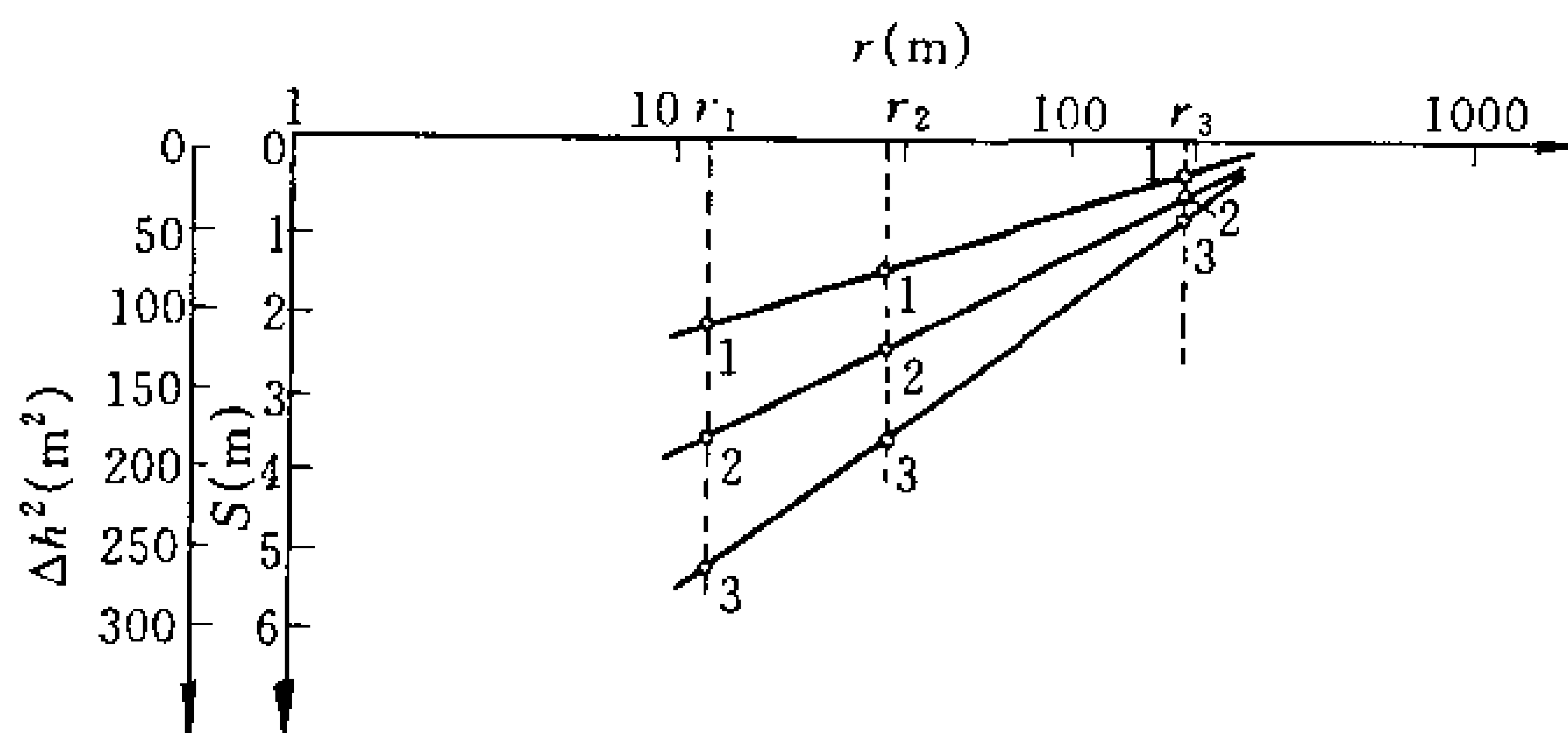


图 4　s(或 Δh^2)$\sim\lg r$ 关系曲线示意图

当然，由于水文地质条件的多种多样，抽水试验获得的 $s\sim\lg r$ 关系曲线可能不出现理想的直线段，这时选择的计算数据具有一定的近似值。

8.2.3、8.2.4

1 地下水无补给时。当抽水试验时地下水无补给，而且含水层又是无界，即边界尚未明显起作用的情况下，可采用本规范列举的泰斯公式及雅可布公式进行计算。但是，自然界完全符合泰斯公式条件的比较少，因此使用时应分析含水层和抽水条件与公式的推导条件是否相符。

当采用配线法时，一般来说，实测曲线与标准曲线的重迭段不应少于1个对数周期，否则计算结果会出现随意性。

当采用直线法时，则不能忽视$\frac{r^2 s}{4KMt}<0.01$的要求。

2 地下水有补给时。本规范列举了汉度士的拐点计算公式，在一定条件下(如越流补给条件下相邻弱透水层弹性储量的释放可忽略不计，上覆的补给层具有常水头等)，无界含水层中任一点的水位下降值，在抽水时间足够长时，可用下式表示：

$$s=\frac{Q}{2\pi KM}\cdot K_0\left(\frac{r}{B}\right) \tag{7}$$

按照 $s\sim \lg t$ 关系曲线上拐点的特性可知：

$$s_i=\frac{s_{max}}{2} \tag{8}$$

$$r/BK_0(r/B)=2.3s_i/m_i \tag{9}$$

式中 s_i——为 $s\sim \lg t$ 关系曲线上拐点处的水位下降值；

s_{max}——最大水位下降值(稳定下降值)；

$K_0(r/B)$——虚变元零阶贝塞尔函数；

B——越流参数；

m_i——$s\sim \lg t$ 曲线上拐点处的切线斜率(见图5)。

以(8)、(9)代入(7)得：

$$K=2.3Q/4\pi Mm_i\cdot e^{r/B} \tag{10}$$

使用该方法的要点是，拐点必须取准。

关于非稳定流抽水试验计算水文地质参数的公式，若考虑不同补给类型、边界条件及含水层延迟释水等，则有各种模型的公

式。为与公式配套，有关手册还编制出了专用的标准曲线和函数表。在选用这些公式时，应根据地区条件，并分析公式推导的假设条件和适用范围，务必做到所选用的公式与勘察区条件相符，才能获得比较满意的结果。

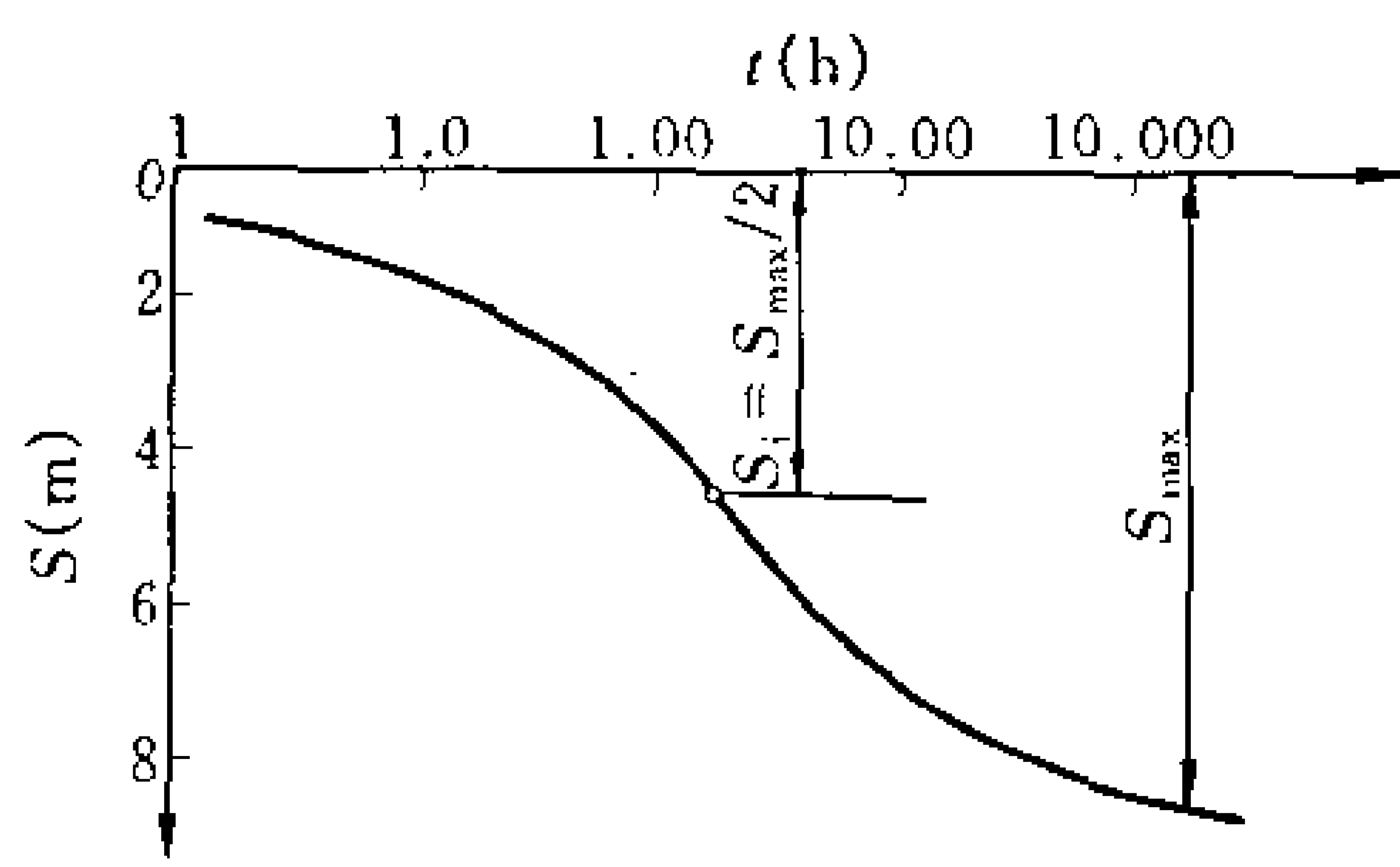


图5　$s\sim\lg t$ 关系曲线示意图

此外，非稳定流抽水试验，当抽水孔出水量大时，往往也会产生孔损影响。由于采用非稳定流公式计算 K 值时，多数不是利用抽水孔内水位降的绝对值，而是采用 $s\sim\lg t$ 曲线关系上的斜率，究竟各种孔损及紊流对其有多大影响，有待继续研究；当采用孔中水位及孔为非完整型时，使用公式时都应注意和考虑孔损及非完整性的影响。

8.2.5　采用恢复水位资料计算 K 值，由于水位没有波动等干扰因素的影响，故取得的原始数据精度比抽水试验时的高。在选用公式时，应注意试验结束前动水位的变化状态。根据动水位已稳定（如图6的实线曲线所示）或没有稳定（如图6虚直线所示），选用不同公式，并考虑满足公式的适用条件。

8.2.6　本条所列含水层渗透系数计算公式，是国内外有关单位对单孔同位素测试技术历时四十多年潜心试验研究而得出的。实践证明，该公式理论推导严格，方法可行，完全可以求得渗透系数。此项研究与试验成果详见江苏科学技术出版社出版的《同位素示踪测井》一书，是一项值得大力推广的技术。故本次修订时将其纳入本规范。

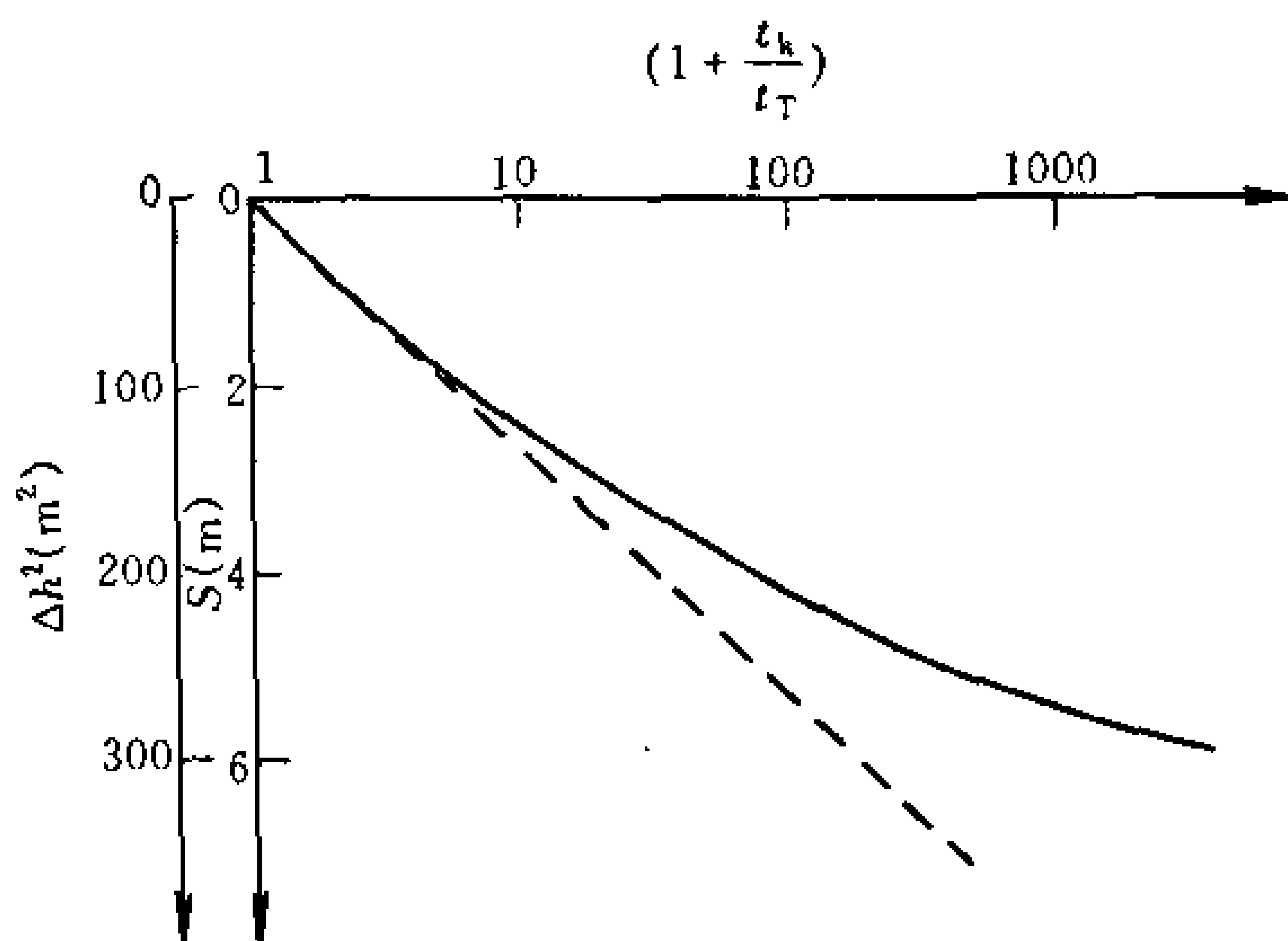


图 6　s(或 Δh^2)～$\lg(1+\frac{t_k}{t_T})$关系曲线示意图

求 α 可采用下列公式：

当为填砾过滤器时：

$$\alpha=\frac{8}{(1+\frac{K_3}{K_2})\{1+(\frac{r_1}{r_2})^2+\frac{K_2}{K_1}[1-(\frac{r_1}{r_2})^2]\}+(1-\frac{K_3}{K_2})\{(\frac{r_1}{r_3})^2+(\frac{r_2}{r_3})^2+\frac{K_2}{K_1}[(\frac{r_1}{r_3})^2-(\frac{r_2}{r_3})^2]\}} \tag{11}$$

当为未填砾过滤器时，即 $r_2=r_3$，$K_2=K_3$ 时，上述公式可简化为下式：

$$\alpha=\frac{4}{1+(\frac{r_1}{r_2})^2+\frac{K_3}{K_1}[1-(\frac{r_1}{r_2})^2]} \tag{12}$$

当为基岩裸孔不下入滤水管时，一般均直接采用 $\alpha=2$。

式中　r_1、r_2、r_3——分别为滤水管内半径、滤水管外半径、勘探孔半径(m)；

K_1、K_2、K_3——分别为滤水管(网)、滤料层、含水层的渗透系数(m/d)；

K_1、K_2、K_3 的求取分述如下：

$$K_1=0.1f$$

注：此式仅适用于塑料管材，其他材质情况下的 K_1 值则应另选算式。

式中　f——滤水管(网)孔隙率。

$$K_2=C_2d_{50}^2$$

式中　C_2——受滤料颗粒形状、样品选取和滤层厚度影响的值，一般可取 $C_2=0.45$；

d_{50}——筛余滤料占总质量 50%的最大颗粒(或网眼)直径(cm)。

$$K_3=C_3d_{m}^2$$

式中　C_3——受含水层颗粒形状、取舍度，地层密度影响的系数；

d_m——标准的颗粒粒径。

根据 Hazen 的经验，如 $d_m=d_{10}$(cm)时，则相同的砂，$C_3=150$；不同的砂，$C_3=60$；$d_{10}<0.3$cm 的任意砂，$C_3=116$。

此外，K_3 也可根据实际经验值直接估算或用迭代法试算求得。

8.3 给水度和释水系数

8.3.1 目前给水度的确定方法仍是采用实验室法、经验系数法、野外测定法和抽水试验法等；而释水系数的确定一般均采用抽水试验法。但从使用情况来看，这些方法都有不完善之处。实验室法需要的原状土样难于采取；由于自然界含水层结构复杂多样，经验系数法采用系数时必然带有随意性；野外测定法施工比较麻烦，而且受指示剂性质的影响很大，测定的结果有成功的也有失败的；抽水试验法则受推导公式时假设条件的限制(如泰斯公式没有考虑补给和水的延迟释放等)。根据有些实例的计算，当抽水时间短时，得出偏小很多的结果；若抽水时间很长时，倘能确证没有补给参入，则结果尚较理想，而一旦有补给参入进来，则得出偏大很多的结果。总之，这些方法都有局限性，只能在某种特定条件下使用，才能获得正确的结果，因此本节对给水度和释水系数只是定性地加以规定，在执行时应根据具体条件采用不同的方法。

8.4 影响半径

8.4.1、8.4.2 影响半径采用裘布依公式求得。但由于裘布依公式推导时的条件与实际不符,因此计算结果是一个近似值。此外,在没有观测孔的情况下,影响半径的确定,目前只能依赖于经验数据或经验公式。

值得指出的是,用稳定流抽水试验所求得的影响半径,在数值法计算中是不需要的。可以断言,随着非稳定流抽水试验和数值法在地下水资源计算和评价中的推广和应用,影响半径在实际工作中的应用会逐步淡化。

8.5 降水入渗系数

8.5.1 国内陆续建立了一些地下水均衡场,这是研究有关地下水运动的野外实验室,应充分利用均衡场取得的数据和成果。

地下水均衡场可以直接观测降水入渗量,并计算入渗系数,其观测数据比较精确可靠,水文地质勘察工作中应充分利用这些资料。如果勘察区没有,而邻近地区有地下水均衡场,可根据水文地质比拟法间接采用这些观测值和计算值。

8.5.2 本条款列举的计算公式是根据降水入渗系数 α 的定义,结合平原区地下水运动的特点得出的,故只适用于平原区。此外,还应注意下列几点:

1 公式中应用了一个近似关系,即把降雨期的地下水位平均降(L)幅(Δh)看作是和降雨前相等的。

2 对有毛细现象,但在降雨前后毛细高度不变的含水层,可不考虑毛细水对 μ 值的影响;反之,则应考虑其影响。

3 当含水层分布较广,入渗条件因地段而异时,应分区分段计算,或取得有代表性的多点的 α 值,然后取加权(以降雨量为权)平均值。

4 公式只考虑由于降水直接入渗而引起的水位降(L),没有

考虑降水期间由于其他因素可能造成的水位降(L)。

5 公式求得的是一次降水过程的入渗系数。

6 基岩地区，由于 μ 值较难获得和含水层的非均匀性，一般不宜采用本公式。

9 地下水水量评价

9.1 一般规定

9.1.3、9.1.4 本次修订对地下水资源分类未作改动，仍采用补给量、储存量和允许开采量的分类方法。此分类方法突出了补给量在地下水资源评价中的重要性。

地下水水量的评价，最终是提出允许开采量值，并论证其补给保证程度。因为在地下水的补给、径流和排泄(开采可认为是人为排泄)运动过程中，补给是起着主导作用的。径流是补给的运动形式，排泄来源于补给。无补给的排泄，地下水终究会枯竭或滞流，其径流也就不复存在。勘察区地下水水量的评价是多因素综合评价的结果，一般应根据需水量、勘察阶段、开采方案等要求和具体的水文地质条件，考虑地下水补给量的补给和储存量的调节，最终确定出允许开采量。所以，对于储存量不一定每个工程都要计算，只有在补给量不足时，才应计算储存量，并论证其动用后的可恢复性，以发挥其调节作用。虽然储存量愈大，调节能力也愈强，但究竟能动用多少，仍是由补给量的补偿能力决定的。汲取超过年补给量补偿能力的开采量，则按此量建设的水源地不能成为稳定的开采水源。另外，应突出预计开采条件下的补给增量和排泄减量。

9.1.5 计算和评价地下水允许开采量的诸多方法，均涉及到计算时间的选择。例如，采用水均衡法时，涉及到均衡期；采用数值模拟进行地下水预报时，涉及到预报期；又如当利用泉或暗河作为供水水源时，规范第 9.4.8～9.4.10 条规定采用泉衰减方程法、泉流量频率曲线法、暗河流量频率曲线法、地下径流模数法、暗河断面截流法等水文分析方法时，也涉及到计算时间的选择。毋庸置疑，计算和评价地下水允许开采量时，其精度与计算时段的选择有着

密切的关系。但原规范对计算时段如何合理选择未予规定，所以本次修订时，在水量计算的“一般规定”中增补了本条文，并分三款对不同情况下如何选择计算时段作了规定，现具体说明于下：

1 采用“多年平均”作为计算时段。目前实际工作中大致有如下三种方法：一是采用平水年（$P=50\%$）的丰、平、枯水季作为计算时段；二是采用勘察年份的前几年（如取前5年或7年）；三是采用典型年组合，如取丰（$P=25\%$）、平（$P=50\%$）、枯（$P=75\%$）水三年作为计算时段（如农田供水）。实际工作中常应用后两种。

2 采用需水保证率年份作为计算时段。这是在不考虑储存量或储存量小，其调节能力有限时而常用的方法。如以岩溶泉作供水水源时，以其流量频率曲线为依据，按需水保证率（$P=95\%$ 或 97%）要求直接进行评价；又如仅具有当年调节能力的孔隙潜水水源地，采用需水保证率年份的丰、平、枯水季作为计算时段。

3 采用连续枯水年组或设计枯水年组作计算时段。这是目前电力系统在傍河水源地地下水资源评价中常用的方法。此类水源地地下水补给主要有大气降水、上游的地表径流及开采条件下的河水补给量。由于水源地面积小，前两项补给量有限，因此河水补给量往往占允许开采量的70%～80%，所以合理确定河水补给量是正确评价可采资源的依据。为此，须在地表径流丰水年组与枯水年组多年交替出现的变化规律中，选取对供水最不利的连续枯水年组作为计算时段。具体方法是，设已知河流年径流量的递减系列 Q_1、Q_2、Q_3……Q_n，其总项数为 n，每项在序列中的序号为 m，用数学期望公式 $P=\frac{m}{n+1}\times 100$ 计算各项的经验频率。然后以各年河流年径流量的经验频率为纵坐标，以年序为横坐标，绘制该经验频率过程线，在 $P=50\%$ 以下过程线所包围的面积最大者为最不利的枯水时段。至于设计枯水年组，则是由连续枯水年频率组合起来的，即是由实测资料系列分析出来的，而不是人为拟定的。

9.2 补给量的确定

9.2.1 原条文为定义性的解释，现改为技术法规性的表述形式，以满足规范条文编写的要求。其次考虑到农田灌溉水、人工漫灌水对地下水的补给作用，故本次修订时将第五款的规定修改为“其他途径渗入”补给，从而拓广了该款所规定的内容。

9.2.3～9.2.9 降水入渗补给量和地下径流补给量的计算公式虽是常用的补给量计算公式，但关键是公式中的参数和原始数据都应尽量准确，否则，影响计算的精度。关于地表水体(河、湖、灌溉水等)的补给量计算，目前缺乏比较符合实际情况的计算公式(如河流补给量的计算公式一般都要求河岸垂直切穿整个含水层到隔水底板，但这种情况是很少有的)；断面法亦涉及断面流量的准确测定问题。这些都影响着计算的精度。

根据地下水均衡原理，补给量也可采用排泄量反算，故本规范作了推荐，可根据实际情况选用。在一般情况下，无论是直接求单项补给量或是用排泄量反求总的补给量，均应根据勘察区的具体条件选取主要项目，而舍去非主要项目进行计算，且避免有重复的项目参与计算。

9.3 储存量的计算

9.3.1、9.3.2 储存量系指储存于含水层内的重量力水体积，随时间而变。因此，可根据计算的不同目的，采用不同时间的储存量。

关于承压水的弹性储存量，由于本规范中规定了非稳定流计算公式，故列出了相应的计算公式。

9.4 允许开采量的计算和确定

9.4.1 原规范条文内容为定义性的解释，现改为技术法规性的条款，以符合规范条文编写的基本原则。所以本次修订时，条文内容保持不变，仅在表述形式上作了修正。

9.4.2 水均衡法是计算和评价地下水资源的基本理论和基础，而且也是论证采用各种方法计算和评价地下水资源结果的保证程度的基本方法。所以当能确定勘察区及其邻近地区地下水在开采条件下的各项补给量和消耗量时，应首先采用此法计算和评价地下水资源。故本次修订时增补了该条文。条文中的用词为第三级，因为水均衡法是集计算开采量和论证补给保证程度于一体的方法，所以如条件具备，是首先采用的计算和评价方法。

当采用水均衡法时，应注意均衡区、均衡要素及均衡时段的选择：

1 均衡区：原则上应为整个水文地质单元，但当勘察区或取水地段面积不大，仅为整个单元的一部分时，应分两种情况确定：一是以水源地或取水地段作为均衡区；二是将整个水文地质单元作为均衡区。但是不论何种情况，其计算的地下水允许开采量应分别满足相应勘察阶段精度的要求。

2 均衡要素：包括各项补给量和消耗量，计算时应选择主要项目，避免重复。同时应注意均衡要素在开采前后可能发生的变化，并以计算和确定开采条件下的均衡要素为主。

3 均衡计算时段：选择均衡计算时段时，应注意均衡要素在一年或多年内的变化，以及评价区的需水要求和水文地质条件等因素，具体选择可参考本规范第 9.1.5 条的规定。

9.4.3～9.4.15 允许开采量的计算方法较多，本规范仅列出一些常用的方法。这些方法的选用应根据勘察区的需水量、勘察阶段和水文地质条件等因素确定，也可选用本规范未提及的却又适用于勘察区的确定方法。在选用计算允许开采量的方法时，应注意方法的适用条件。

1 地下水径流量法(9.4.3 条)。使用这种方法时，应注意两点：

1)只有在开采时能控制整个含水层横断面(如含水层是条带状)的情况下，地下水径流量才能接近全部获得。

2)“以地下水径流补给为主”，是指不论开采前、后，均以径流补给为主，不产生其他途径进入含水层的新的补给源。“含水层厚度不大”的含意是指取用储存量的意义很小。

2 相关分析法(9.4.4、9.4.8、9.4.9条)。使用这种方法的前提是，必须有足够的动态观测资料，大致有两种情况：一种是已经投产的水源地，根据对其动态观测所获得的区域动水位和总开采量建立相关关系，预测动水位再进一步下降时的允许开采量；另一种是利用泉或暗河的流量资料和气象、水文资料建立相关关系，以求得泉或暗河的允许开采量。很明显，前一种相关关系没有考虑扩大开采时的补给因素是否可能增加，若扩大开采补给不足时，仅根据相关关系预测是有问题的，应进一步验证相应的补给量。对于后一种相关关系，当需水量大于动态观测的最枯水流量时，也存在类似的问题。

3 群孔抽水试验法(9.4.5、9.4.12、9.4.15条)。采用有关岸边渗入公式(如常用的映像法干扰孔排公式)确定傍河取水的允许开采量，一应注意公式的适用条件；二应考虑边界条件的影响；三应考虑长期开采后的淤塞对渗入的影响。根据群孔抽水试验确定的允许开采量，可以与拟建的井群布置方案结合起来考虑，这样更能提高允许开采量的精度。由于一般的解析公式没有考虑孔损影响所引起的附加水位下降值，所以计算抽水孔内或附近的水位下降值时，其结果将会偏小。

4 开采储存量法(9.4.7条)。有两种可能的情况：一种是含水层地下水的储存量很大，而补给量相对较小，水源地以开采储存量为主。此时水源地的动水位始终不能稳定，保持持续下降的趋势；另一种是在储存量不大，但允许开采的部分储存量，到丰水期可以得到补偿。上述两种情况，都应该保证在开采期间，计算的动水位值不应超过设计要求(设计的取水设备最低安装深度)；否则就应减少开采量(或调整孔间的距离)，并以最小储存量的水位作为计算开采动水位的起点。

5　试验开采法(9.4.13条)。在基岩地区，由于补给一时很难查清，常采用这种方法确定允许开采量。鉴于这种试验方法工期长，费用较高，故只适用于孔数不多，开采量不太大的工程。当使用这种方法时，技术上应满足群孔抽水试验的要求。

6　数值解法(9.4.14条)。20世纪90年代以来，随着水文地质计算软件的迅速开发，数值法在地下水资源计算和评价中的应用已趋普遍，故本次修订时删除了原条文中的"对复杂的大型水源地"的限制性用语。原规范仅对勘探试验工作应如何取得满足数值法计算要求的勘察资料作了规定。历时十年之后，许多单位已在数值法计算方面积累了不少的经验和资料。在此基础上，为使其更具可操作性，本次修订时对原条文作了充实，扩充为三款13项。现将建模过程中应注意的两个问题强调如下：一是关于水文地质条件的概化，这是直接影响所建数值模型精度的关键，所以应对勘察区水文地质条件作深入细致的了解，合理概化出贴近实际的水文地质概念模型。所谓合理概化，既忌太抽象、太简单化而偏离实际，也忌过分强调符合实际而保留众多因素，使模型复杂化；二是关于模型的识别与检验，鉴于目前逆问题(反求水文地质参数)的直接解法在计算中的稳定性差，所以一般采用间接法，即拟合——校正反求参数的方法。又由于识别和检验是建模的两个阶段，所以必须利用相互独立的不同阶段的资料分别进行。必须指出，条文中的各款、项，是仅对数值法的实际应用作了必要的较为具体的规定，至于细节性的技术事项，在实际工作中可参考有关的工程资料和手册。

7　比拟法(9.4.11条)。当勘察区邻近地区有开采水源地的长观资料时，应该充分利用这些资料。可以断言，用比拟法确定的允许开采量，其精度直接取决于水文地质条件的相似程度。

9.4.16～9.4.20　地下水允许开采量是通过一系列的勘察工作，并对所获得的勘察资料进行归纳、计算和分析后得出的一项定量

成果。这项成果的精度是与勘察阶段相适应的。勘察阶段不同，相应勘察工作布置的密度和深度，水文地质条件的研究程度，以及各项计算所依据的原始数据的精度均有差异。据此，本规范对允许开采量的精度从 4 个方面进行论证和评价，并同时对 4 个不同勘察阶段的允许开采量的精度要求作了具体规定。这是对勘察工作进行全面评价的标准。

四级允许开采量的精度，D 级精度最低，由低到高，A 级精度最高。应该指出的是，对于不同小比例尺的水文地质测绘，其精度应符合有关规范的规定。本条文对 C 级允许开采量与 B 级允许开采量精度的区分，首先是在于完成的工作量不同；其次是 B 级允许开采量的精度，强调了对大型而复杂的水源地要求有一个水文年以上的地下水动态观测资料，并进行群孔抽水或开采性抽水试验，还需要建立和不断完善勘察区地下水资源评价的数值模型。这些对地下水的合理开发、管理和保护，是必不可少的基础工作。

对于直接利用较大的泉水天然流量作为勘探阶段的允许开采量，要求具有 20 年以上泉流量系列观测资料的规定，应理解为：直接由泉流量长期观测资料确定其开采量，不进行勘察工作，相当于第 9.4.8 条第一款或第二款的内容，这时泉流量系列观测资料应具有 20 年以上的时间才能保证达到勘探阶段的精度。譬如娘子关泉，具有 20 年以上流量观测资料，其预报的流量误差一般在 20％以内，可达到勘探阶段的精度。

当勘察区范围较大时，其不同地段水文地质条件的研究程度可能是不等同的。也就是说有研究程度高的地段，也存在研究程度低的地段。这样，在提交水源地的允许开采量时，根据勘察工作和研究程度的不同，可以提交和审批一种以上（含一种）精度级别的地下水允许开采量。

必须强调指出：本条文对允许开采量精度的分级，对水源地生产后引起的地下水的流动性和恢复性，研究是不够的。譬如，勘察

水源地提交的允许开采量都是在某种补给条件下得到的。当补给条件发生变化时，其精度就会直接受到影响。因此，有关允许开采量的精度必须继续深入地研究。

10 地下水水质评价

10.0.2、10.0.3 生活饮用水的水质标准，国家颁布有《生活饮用水卫生标准》GB 5749，生活水质的评价应根据此标准进行。有地方病的地区，水质的评价应根据当地环保部门和卫生部门提出的水质特殊要求进行。关于生产用水的水质要求，由于企业用水目的不同，标准不一，目前国内尚无全国统一的规定，所以只能根据相应的部颁标准或按使用单位、设计单位提出的要求进行评价。

10.0.6 必须强调指出，水质的预测是一个重要的问题，不仅要了解水质的现状，尤其是要预测地下水开采后水质可能发生的变化。这在以往是注意不够的。所以，本条文作了原则性的规定。

11 地下水资源保护

原规范本章有关条文中所涉及到的地下水人工补给，不论为何目的而施，不外乎都是促使地下水产生量和质的变化，而且是一项必须与环保密切结合的工作。所以严格地说，此项保护地下水资源与环境的工作应属环保工作范畴，不应是供水水文地质勘察任务的范围。鉴于此，本规范未再列入这方面的内容。

11.0.1 水源的勘察和水源的保护有着密切的联系，而水源的保护实质上是属于生态环境保护的范畴。所以，从勘察地下水源开始，就必须从保护生态环境的角度出发，考虑到可能发生的问题，并尽量避免或解决这些问题。由于过去仅从局部考虑，出现过量开采地下水，导致不少地区地下水水位大幅度下降、地面沉降、地下水水质污染等。因此，对地下水的勘察、开发、利用和保护，必须强调“全面规划，合理开采，开源节流，化害为利”的原则。

11.0.3 在已采水源地的邻近地段勘察新水源或扩大已有水源时，只有在寻找到新的补给量（或原有补给量还有剩余）时才能建立新水源或扩大已有水源，避免形成袭夺同一补给量的格局。

11.0.5 勘探工作是对天然地层的一种“破坏”，俗称开了许多“天窗”，而使得水质优劣不同的地下水发生联系，甚至成为人为污染地下水的“捷径”。据此，本规范强调应认真做好井、孔的止水或回填等工作。

11.0.7 为了做好地下水资源的保护，一项重要的基础工作是对地下水动态的长期观测。尤其是水源地投产后，进一步开展地下水动态的长期观测工作，不断积累资料，及时发现和解决问题，显得更为重要。过去，这方面的工作一般只是建议生产部门去作，结

果是有些生产部门往往只顾使用，未对地下水动态进行观测。因此，为了协调各方面的关系，共同做好地下水动态的监测工作，应在当地政府有关部门的统一领导和规划下进行。

附录A 供水水文地质勘察报告编写提纲

本提纲的编制，是按正规大型水源地考虑的，侧重阐述勘察区的水文地质条件及与其密切相关的内容，以便对一个地下水文单元建立起清晰、完整的概念，从而有助于正确选择计算和评价地下水资源的方法。

关于供水水文地质勘察的任务，主要是确定水源地的允许开采量，并论证其保证程度。所以本提纲强调的核心内容是补给量，尤其是开采条件下的补给增量和有关地下水污染等方面的问题，以便合理开发、保护地下水资源。

关于水文地质条件和地下水资源评价，前者是阐明一个地区的基本条件，也是后者地下水资源评价的基础和依据。以往有些报告对水文地质条件和地下水资源评价的阐述缺乏有机地联系。须知，前者条件的叙述应该是为后者数值模型的建立服务。同样，本提纲的文字叙述和附件也应相互呼应，密切衔接。

本提纲未分详查和勘探两个阶段编写。详查和勘探的目的、工作内容和方法是相似的，不同的是要求勘察成果的精度不一样，因此毋须分阶段编制。对此，本提纲的注已作了说明，执行中可据实际需要灵活掌握和运用。另外，本提纲没有明确提出勘察报告章节的划分，可以理解为允许根据工程任务的大小和特点灵活掌握。此外，勘察工程名称应注明×省×市×县，××水源地供水水文地质勘察（××阶段）报告，以便存档和查阅。

附录B 地层符号

关于"地层年代符号"中震旦系的划归问题，建国以来的大量实际资料证实，我国南方"震旦系"新于北方"震旦系"。20世纪70年代对"震旦系"问题多次进行讨论，一直没有得到统一认识。1975年编制中国地质图时，提出了一个折中的临时办法，将原来南方的"震旦系"保留，称之为"震旦系"，而将北方的"震旦系"总称为"震旦亚界"。这样则出现一名二用之弊。全国地层委员会于1982年7月召开的《晚前寒武纪地层分类命名会议》，重点讨论了"震旦系"的含义和使用范围，最后决定停止使用"震旦亚界"一名，将"震旦系"一名限用于湖北长江三峡东部剖面为代表的一段晚前寒武纪地层（即晚前寒武系最上部的一个系一级的地层年代单位）；对以蓟县剖面为代表的北方晚前寒武纪地层的划归，仍有分歧意见。为便于今后工作，自下而上暂分别可沿用"长城系"、"蓟县系"、"青白口系"3个地层年代单位。

附录C　供水水文地质勘察常用图例及符号

本图例的编制：

一、求其通用性，通用的具体体现是常用。从搜集到的各部门所编制的图例看，有的比较简单，有的较为复杂，但共同使用的图例还是比较多的。本图例则是选择这些共同使用的图例组成。

二、关于图例的名称，虽然各部门的称谓不一，但其所表示的内容是一样的。本图例采用“图例”的统称而未采用“花纹”的名称，以符合习惯的叫法。

三、关于相邻规范涉及同一内容的图例，应求得统一，以便交流和使用。

另外，本图例还尽量做到宜简避繁，宜粗避细，以符合国标通用的要求。至于各部门为照顾工程特点，可根据需要，另行选择或拟定其他的图例。为便于微机成图，本次修订时对少数图例花纹作了修改。